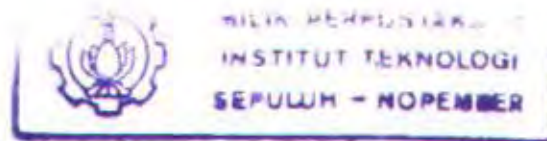


20.112/H/04

KS 1701
TUGAS AKHIR



STUDI PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN LIMBAH UNTUK GRAVING DOCK



RSSP
620-445
LAZ
S-1
2004

Oleh :

AHMAD LAZIM
4298 109 002

| PERPUSTAKAAN ITS | |
|---------------------|-----------|
| Tgl. Terima | 10-3-2004 |
| Terima Dari | 1/ |
| No. Agenda Prp. | 219892 |

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004

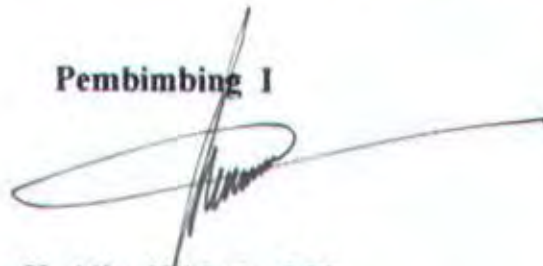
STUDI PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN LIMBAH UNTUK GRAVING DOCK

TUGAS AKHIR

**Diajukan guna memenuhi sebagian persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST.)
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

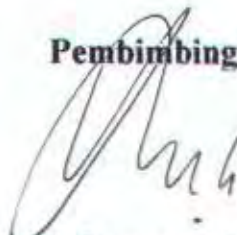
**Surabaya, Pebruari 2004
Mengetahui / Menyetujui :**

Pembimbing I



**Ir. H. Alim Widodo, MSc
NIP. 131 147 402**

Pembimbing II



**Ir. H. Soemartojo W. A.
NIP. 130 335 300**

**Ketua Jurusan
Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS**



**Ir. Surjo Widodo Adji, MSc
NIP. 131 879 390**

4/3/2004

Abstrak

Salah satu sumber pencemaran dilaut adalah kegiatan industri galangan dengan graving dock. Oleh karena itu Menteri Negara Lingkungan Hidup membuat keputusan No. 17 tahun 2001 tentang "jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan analisis mengenai dampak lingkungan". Berdasarkan keputusan tersebut industri galangan kapal dengan sistem graving dock baik dalam kegiatan repair kapal maupun bangunan baru akan berpotensi menimbulkan limbah padat, cair dan gas, untuk itu perlu dibuat sebuah unit pengolahan limbah yang fungsinya menurunkan dan atau menghilangkan kadar limbah yang dihasilkan.

Hasil yang diperoleh dari perencanaan unit pengolahan limbah graving dock ini adalah kemampuan sistem untuk menurunkan konsentrasi limbah sebesar 60,6 %, sehingga berdasarkan hasil analisa dapat memenuhi baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **"STUDI PERENCANAAN UNIT PENGOLAHAN LIMBAH UNTUK GRAVING DOCK"**. Tak lupa pula Sholawat serta Salam kami panjatkan kehadiran Nabi besar Muhammad SAW karena atas jasa beliau dunia ini menjadi terang benderang dan terangkat dari jahiliyah.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini penulis telah berupaya benar-benar untuk pengerjaannya tentunya dengan harapan penelitian ini mempunyai arti, sehingga mampu dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dalam pengerjaan penelitian segala perasaan telah bercampur aduk menjadi satu. Senang, susah, cemas, bimbang, optimis, kecewa, capek, dan masih banyak lagi yang tak mampu diungkapkan lewat tulisan..

Dalam hal ini penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan, kepada :

1. Bapak Ir H Alim Widodo, MSc, selaku pembimbing I yang telah memberikan saran dan waktu untuk membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir H Soemartojo W. A, selaku pembimbing II yang telah memberikan saran dan waktu untuk membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Suryo Widodo, MSc, selaku ketua jurusan teknik sistem perkapalan FTK – ITS.
4. Bapak – bapak dosen penguji, atas masukan – masukannya demi kesempurnaan Tugas Akhir ini
5. Bapak Adi, dari PT. DUMAS Surabaya yang banyak membantu dalam pengumpulan data – data untuk tugas akhir ini.
6. Keluarga kami yang telah dengan setia memberikan doa, kasih sayang, beasiswa dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Rekan – rekan yang telah banyak membantu ; alumni GKs. 28 (panjul, shinchon, kampret, bokir, sulung, ruli, rengkis, roni dan semuanya),

penghuni GW. 21 (betha, paijo, ony, kemin, ruli, trigas serta semuanya), angkatan 98 (imam, candra, salcho, timmie dan banyak lagi lainnya), dan tidak lupa untuk KHoiron, khecheng, tomy, cbi sukhore, guombloh, dedy, dika atas kerjasamanya selama ini semoga diberkahi oleh Tuhan YME.

8. Serta semua pihak yang telah membantu dan mungkin disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih semua.

Penulis menyadari bahwasanya dalam pengerjaan penelitian masih terdapat kekurangan, kami harapkan kekurangan tersebut menjadi koreksi bagi penulis agar pada masa mendatang bisa menjadi lebih baik lagi.

Akhir kata, semoga laporan akhir penelitian ini bermanfaat bagi kita semua terutama bagi penulis. Amiin.

Surabaya, Januari 2004

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------------|---------|
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| I. 1. Latar Belakang | I - 1 |
| I. 2. Perumusan Masalah | I - 2 |
| I. 3. Tujuan | I - 5 |
| I. 4. Manfaat | I - 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| II. 1. Pencemaran | II - 1 |
| II.1.1. Status dan Sumber Pencemaran | II - 1 |
| II.1.2. Dampak Pencemaran | II - 6 |
| II. 2. Jenis Limbah | II - 12 |
| II. 3. Pengolahan Limbah | II - 15 |
| II. 3.1. Pengolahan Primer | II - 17 |
| II. 3.2. Pengolahan Secara Biologis | II - 26 |
| BAB III METODOLOGI PERENCANAAN | |
| III. 1. Pendahuluan | III - 1 |
| III. 2. Survey Lapangan | III - 1 |
| III. 3. Study Literatur | III - 1 |
| III. 4. Pengumpulan Data | III - 2 |
| III. 5. Perencanaan Sistem | III - 2 |
| BAB IV PERENCANAAN DAN ANALISA | |
| IV. 1. Perencanaan | IV - 1 |
| IV. 1.1. Kapasitas Air Limbah | IV - 1 |
| IV. 1.2. Oil Water Separator | IV - 2 |
| IV. 1.3. Netralisasi | IV - 3 |

| | |
|---------------------------------------|---------|
| IV. 1.4. Flokusi | IV - 10 |
| IV. 1.5. Filtrasi | IV - 16 |
| IV. 2. Analisa Hasil Perencanaan | IV - 35 |
| IV. 2.1. Kebutuhan Pompa Untuk Sistem | IV - 35 |
| IV. 2.2. Penurunan Kosentrasi Limbah | IV - 42 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| V. 1. Kesimpulan | V - 1 |
| V. 2. Saran | V - 3 |
| DAFTAR PUSTAKA | viii |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|---------|
| Tabel 2.1. Sumber pencemar (<i>Pollutants</i>) diwilayah pesisir & lautan | II - 3 |
| Tabel 2.2. Cara pengolahan limbah berdasarkan jenis limbah | II - 17 |
| Tabel 2.3. Pengolahan biologis aerobik & ananerobic pada limbah | II - 26 |
| Tabel 4.1. Hasil analisa ayakan | IV - 19 |
| Tabel 4.2. Fraksi pasir yang digunakan | IV - 23 |
| Tabel 4.3. Media yang digunakan pada filter | IV - 25 |
| Tabel 4.4. Media penyangga yang digunakan pada filter | IV - 25 |
| Tabel 4.5. Headloss media bersih untuk 5 filter operasi | IV - 28 |
| Tabel 4.6. Headloss media bersih untuk 4 filter beroperasi | IV - 29 |
| Tabel 4.7. Penurunan konsentrasi limbah | IV - 43 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|---------|
| Gambar 2.1. Keterkaitan kegiatan manusia terhadap ekosistem pesisir | II - 6 |
| Gambar 3.1. Rencana sistem pengolahan limbah untuk graving dock | III - 2 |
| Gambar 4.1. Grafik stock pasir dan pasir yang diinginkan | IV - 20 |
| Gambar 4.2. Media filter | IV - 26 |

*"Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi
sesudah Tuhan memperbaikinya. Yang demikian itu lebih baik bagimu
jika betul-betul kamu orang yang beriman."*
(al-A'raaf: 85)

BAB I PENDAHULUAN



ALAM MEMUSYAWIR
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER



BAB I PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG.

Indonesia merupakan negara maritim yang hampir 65 % lebih luas lautnya dibanding daratannya, dimana didalamnya berpotensi adanya sumber daya alam yang cukup besar dan sampai sekarang belum dikelola secara maksimal. Laut terutama perairan pesisir selama ini menjadi tempat pembuangan limbah (keranjang sampah) dari berbagai macam kegiatan manusia baik yang berasal dari dalam wilayah pesisir maupun diluarnya (lahan atasatau laut lepas). Pencemaran laut (perairan pesisir) didefinisikan sebagai “dampak negatif” (pengaruh yang membahayakan) terhadap kehidupan biota, sumber daya, dan kenyamanan (*amenities*) ekosistem laut serta kesehatan manusia dan nilai guna lainnya dari ekosistem laut yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh pembuangan bahan – bahan atau limbah kedalam laut yang berasal dari kegiatan manusia (GESAMP, 1986).

Bahan pencemar yang berasal dari berbagai kegiatan industri, pertanian, rumah tangga didatan akhirnya dapat menimbulkan dampak negatif bukan saja pada perairan sungai, tetapi juga perairan pesisir dan dan lautan. Menurut UNEP (1990), sebagian besar (lebih kurang 80 %) bahan pencemar yang ditemukan dilaut berasal dari kegiatan manusia didarat (*land basicactivities*).

Himbauan mengenai industri yang berwawasan lingkungan dan dengan telah diberlakukannya undang – undang lingkungan hidup, mengajak pihak pabrik atau industri untuk meningkatkan mutu air limbahnya dan limbah – limbah yang



lain. Peningkatan ini mengharuskan industri untuk meninjau kembali pengolahan limbahnya (atau bahkan harus menyediakan pengolahan limbah yang baru). Pemerintah dalam hal ini Menteri Negara Lingkungan Hidup mengeluarkan keputusan no. 17 tahun 2001 tentang jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan analisis mengenai dampak lingkungan hidup. Berdasarkan keputusan tersebut yang mana industri galangan kapal dengan sistem graving dock harus dilengkapi dengan analisis mengenai dampak lingkungan hidup. Untuk itu setiap graving dock harus dilengkapi dengan sistem pengolahan limbah untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan khususnya lingkungan perarian. Dikarenakan industri galangan kapal baik untuk pembuatan kapal baru maupun dalam melakukan perbaikan kapal berpotensi menghasilkan limbah cair (air ballast, pengecatan lambung kapal dan bahan kimia B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)) maupun limbah gas dan debu dari kegiatan sand blasting.

1.2 PERUMUSAN MASALAH.

Pada industri galangan kapal untuk jenis graving dock merupakan salah satu sumber pencemar dilaut karena dalam operasionalnya baik dalam pembangunan kapal baru ataupun perbaikan kapal melakukan kegiatan – kegiatan seperti :

- Pembersihan dinding kapal secara mekanis (dengan sikat besi, palu, *Sand blasting* dan lain - lain).
- Pengelasan, Pemotongan Plat dan Pengecatan.



- Pembersihan tangki – tangki (bahan bakar, pelumas, bilga, ballast, sewage dan lain – lain).
- Pembersihan seachest, sea suction grid, dan bukaan – bukaan dinding kapal lainnya.
- Melepas dan memasang serta memperbaiki rudder dan propeller.
- Penggantian Zinc-anode dan lain sebagainya.

Dari kegiatan diatas berpotensi menimbulkan limbah cair, padat maupun gas. Sebagai contoh tentang karakteristik air limbah yang terjadi pada graving dock adalah : Biochemical Oxygen Demand (BOD) sebesar 1358 mg/l, Total Suspended solid sebesar 660 mg/l, Chemical Oxygen demand sebesar 3720 mg/l, Total organic carbon sebesar 1240, Cadmium sebesar 0,004 mg/l, Chromium sebesar 0,015 mg/l, Copper sebesar 6,3 mg/l, Lead sebesar 0,187 mg/l, Mercury sebesar < 0,002 mg/l, Nikel sebesar sebesar 0,44 mg/l, Silver sebesar 0,004 mg/l, Zinc sebesar 2,44 mg/l, Oil and grease sebesar 133 mg/l dan phenol sebesar 0,100 mg/l. (Sumber; *Engineering Building, University of New orlend, Lakefront, 2001*).

Pada umumnya pada setiap galangan kapal yang menggunakan sistem graving dock belum dilengkapi dengan sistem pengolahan limbah, padahal dari kegiatan pembangunan kapal baru atau repair kapal akan menghasilkan limbah seperti tersebut diatas dan limbah itu langsung saja dibuang kelaut bersamaan dengan sirkulasi air yang keluar dari graving dock.

Sedangkan dalam hal ini Menteri Negara Lingkungan Hidup mengeluarkan baku mutu air limbah yang boleh dibuang kelaut adalah Arsenic sebesar 1 mg/l, cadmium sebesar 0,5 mg/l, Chromiun sebesar 2 mg/l, Copper



sebesar 5 mg/l, mercury sebesar 0,01 mg/l, Nickel sebesar 1 mg/l, Zinc sebesar 15 mg/l, Total Suspended Solid 500 mg/l, Biochemical Oxygen Demand (BOD)₅ sebesar 300 mg/l, Chemical Oxygen Demand sebesar 600 mg/l (*Sumber SK Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1991*).

Dari uraian diatas telah jelas bahwa terjadi perbedaan yang cukup jauh antara limbah yang dihasilkan oleh graving dock dengan batasan yang diperbolehkan. Oleh karena itu untuk memenuhi batasan yang diperbolehkan pada air limbah graving dock untuk dibuang kelaut perlu direncanakan sistem pengolahan limbah untuk graving dock.

Hasil analisa laboratorium kualitas air yang contohnya diambil dari perairan bagian barat dermaga Nilam dan muara Kali Perak (oleh Lily Pudjiastuti & Atiek Moesriati LEMLIT ITS) pada tanggal 20 Mei 1997 (musim angin barat) dan pada tanggal 4 Agustus 1997 (musim angin timur) adalah sebagai berikut :
Warna pada tanggal 20 mei 97 sebesar 63 PtCo sedangkan baku mutu yang diperbolehkan ≤ 50 PtCo, Benda terapung pada tanggal 20/05/97 ada sedangkan baku yang diperbolehkan adalah nihil, lapisan minyak ada sedangkan yang diperbolehkan nihil, Kandungan minyak pada tanggal 20/05/97 sebesar 3,00 mg/l dan tanggal 04/08/97 sebesar 3,6 mg/l sedangkan baku mutu yang diperbolehkan adalah ≤ 5 mg/l, kekeruhan 52 NTU pada tanggal 20/05/97 dan 13 Ntu pada tanggal 04/08/97, PH pada tanggal 20/05/97 sebesar 7,00 sedangkan pada tanggal 04/08/97 sebesar 8,04, BOD pada tanggal 20/05/97 sebesar 26 mg/l dan pada 04/08/97 sebesar 12 mg/l, NO₂ sebesar 0,13 mg/l pada 20/05/97 dan 0,013 mg/l



pada tanggal 04/08/97, SS sebesar 1832 mg/l dan 144 mg/l, dan detergen 0,1 mg/l dan 0,13 mg/l. (Sumber: Lab. T, Lingkungan ITS & Lab TAKI T. Kimia ITS 1997)

Berdasarkan dari hasil analisa laboratorium diatas dapat diambil sebagai masukan bahwa perairan didaerah Nilam barat sudah mengalami pencemaran dan penyebabnya adalah dari kegiatan industri galangan kapal yang ada didaerah tersebut. Untuk itu dalam penelitian kali ini mencoba membahas bagaimana membuat perencanaan unit pengolahan limbah untuk graving dock. Adapun sistem akan coba digunakan untuk pengolahan limbah digraving dock PT. DUMAS Surabaya.

Batasan Masalah :

Dalam penulisan tugas akhir ini dilakukan pembatasan masalah yaitu ;

- ✓ Polusi udara / gas tidak dibahas.
- ✓ Perencanaan sistem pengolahan limbah diterapkan pada graving dock galangan PT. DUMAS Surabaya.

1.3. TUJUAN

Tujuan Tugas Akhir ini adalah merancang sistem pengolahan air limbah digalangan jenis gravingdock yang secara teknis layak untuk mengurangi pencemaran di laut

1.4. MANFAAT

Manfaat hasil tugas akhir ini adalah:

1. Mengurangi terjadinya pencemaran yang diakibatkan pembuangan air kelaut dari kolam graving dock setelah melakukan kegiatan pembangunan kapal baru atau perbaikan kapal.



2. Turut serta menjaga kelestarian lingkungan laut karena didalamnya terdapat sumber daya alam yang cukup besar.

"Dialah yang menjadikan bintang – bintang bagimu, agar kamu menjadikannya petunjuk dala kegelapan didarat dan dilaut. Sesungguhnya Kami telah menjelaskan tanda – tanda kebesaran (Kani) kepada orang – orang yang mengetahui."
(al-Anaam: 97)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. PENCEMARAN.

2.1.1. Status dan Sumber Pencemaran.

Pencemaran laut adalah suatu keadaan dimana suatu zat dan/atau energi dan unsur lain diintroduksi ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia atau proses alam sendiri, dalam kadar hingga menyebabkan terjadinya perubahan termaksud yang mengakibatkan lingkungan laut itu tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan kesehatan, kenyamanan dan keselamatan hayati (Seminar segi – segi hukum dan pengelolaan lingkungan hidup, 1998).

Pencemaran laut juga diartikan dengan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya. (BAPEDAL, 1999). Pencemaran laut (perairan pesisir) didefinisikan sebagai “dampak negatif” (pengaruh yang membahayakan) terhadap kegiatan biota, sumberdaya, dan kenyamanan (*amenities*) ekosistem laut serta kesehatan manusia dan guna lainnya dari ekosistem laut yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh pembuangan bahan – bahan atau limbah ke dalam laut yang berasal dari kegiatan manusia (GESAMP, 1986).



Sumber pencemaran perairan pesisir dan lautan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- Limbah cair industri.
- Limbah cair pemukiman.
- Limbah cair perkotaan (*urban stormwater*).
- Limbah pertambangan.
- Kegiatan pelayaran (*shipping*).
- Limbah pertanian.
- Dan limbah perikanan budi daya.

Bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah dari ketujuh sumber tersebut berupa: sedimen, unsur hara (*nutrients*), logam beracun (*toxic metals*), pestisida, organisme eksotik, organisme patogen, sampah (*litter*), dan *oxygen depleting substances* (bahan – bahan yang menyebabkan oksigen yang terlarut dalam air laut berkurang). Tabel 2.1, menyajikan urutan kepentingan sumbangan setiap sumber terhadap bahan pencemar dikawasan Asia-Pasifik, termasuk Indonesia.

Bahan pencemar yang berasal dari berbagai kegiatan industri, pertanian, rumah tangga didaratan akhirnya dapat menimbulkan dampak negatif bukan saja pada perairan sungai, tetapi juga perairan pesisir dan dan lautan. Menurut UNEP (1990), sebagian besar (lebih kurang 80 %) bahan pencemar yang ditemukan dilaut berasal dari kegiatan manusia didaratan (*land basicactivities*).



| Pencemar (Pollutants) | Pertanian | Limbah Cair | Sumber Limbah Cair Perkotaan | Budidaya Perkotaan | Pertambangan | Industri | Pelayaran |
|--|-----------|----------------|------------------------------------|-----------------------|--------------|----------|-----------|
| Sedimen | *** | ** | *** | *** | * | | * |
| Nutrien | *** | *** | ** | | ** | * | |
| Logam berat | * | * | * | *** | | *** | * |
| Zat kimia beracun | * | ** | * | * | * | ** | * |
| Pestisida | *** | * | * | | * | | |
| Organisme exotik | | | | | * | | ** |
| Organisme patogen | | *** | * | | | | * |
| Sampah | * | * | *** | | | * | ** |
| Bahan penyebab turannya oksigen terlarut | * | *** | | | ** | * | |

Sumber Brodie (1995)

Keterangan : *** : Sumber terbesar

** : Sumber moderat

* : Sumber terkecil

Tabel 2. 1. Sumber pencemar (Pollutants) di wilayah pesisir dan lautan

Kadang – kadang sebutan pencemaran bagi kebanyakan orang, sumber pencemar pertama yang timbul dari pikiran kita adalah industri dan ini tidak disangsikan lagi bahwa industri menghasilkan beberapa bahan pencemar kelingkungan laut. Banyak pemikiran serius dalam berbagai perdebatan tentang pemakaian air untuk industri, namun demikian banyak industri yang tetap memakai air dalam operasinya. Air ini mengandung panas / beberapa bahan kimia yang ditambahkan sebelum dibuang kelingkungan. Bahan – bahan kimia tersebut mungkin mengandung bahan yang beracun seperti zat – zat pewarna.

Dalam suatu perairan, semakin besar kadar logam berat, daya racunnya semakin besar pula. Adanya efek sinergistik dari beberapa logam, juga akan memperbesar toksisitas logam berat, faktor lingkungan perairan seperti PH, kesadahan, temperatur dan salinitas turut juga mempengaruhi toksisitas logam berat (Hutagalung, 1991) secara alamiah, unsur – unsur logam berat terdapat diseluruh alam namun dalam kadar yang sangat rendah. Dalam air laut kadar logam berat berkisar antara $10^{-5} - 10^{-2}$ ppm (Hutagalung, 1991) kadar ini akan meningkat bila limbah yang banyak mengandung logam berat masuk kedalam



laut, limbah ini bisa berasal dari pembuangan sampah / air ballas dari kapal – kapal, penambangan dilaut dan lain – lain. Sedangkan aktifitas didarat baik berasal dari limbah perkotaan, pertambangan pertanian dan perindustrian. Dari jenis – jenis limbah ini, umumnya yang paling banyak mengandung logam berat adalah limbah industri, baik sebagai bahan baku, katalisator, maupun limbah aditive. Limbah industri yang banyak mengandung logam berat ini akan terbawa oleh sungai kedalam laut. Oleh karena itu limbah industri merupakan sumber pencemar logam berat yang paling potensial bagi perairan laut (Bekti Prihatiningsih, 1993).

Peningkatan kadar logam berat dalam air laut akan diikuti oleh peningkatan kadar logam berat dalam ikan, sehingga pencemaran air laut oleh logam berat akan mengakibatkan ikan yang hidup didalamnya ikut tercemar. Pemanfaatan ikan sebagai bahan makanan akan membahayakan manusia; sebagai contoh adalah kasus Minata yang terjadi pada tahun 1953 dalam kasus tersebut 46 nelayan meninggal karena memakan ikan dan karang – karangan yang tercemar oleh merkuri (Hg) (Bekti Prihatiningsih, 1993).

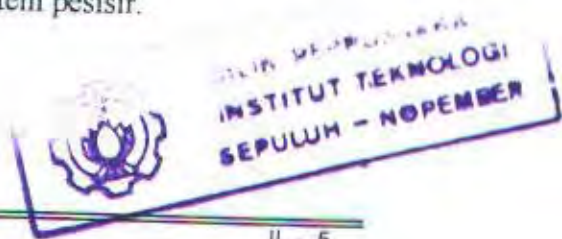
Status pencemaran laut di Indonesia, terutama didaerah padat penduduk, kegiatan industri, pertanian intensif, dan lalu lintas pelayaran seperti Teluk Jakarta, Selat Malaka, Semarang, Surabaya, Lhokseumawe, dan Balikpapan sudah memprihatinkan. Konsentrasi logam berat Hg diperairan Teluk Jakarta pada tahun 1977 – 1978 berkisar antara 0,002 – 0,35 ppm (BATAN,1979). Kemudian pada tahun 1982 tercatat antara 0,005 – 0,029 ppm (LONLIPI). Sementara itu baku mutu lingkungan dalam KEPMEN KLH No.02/1998 adalah sebesar 0,003 ppm.

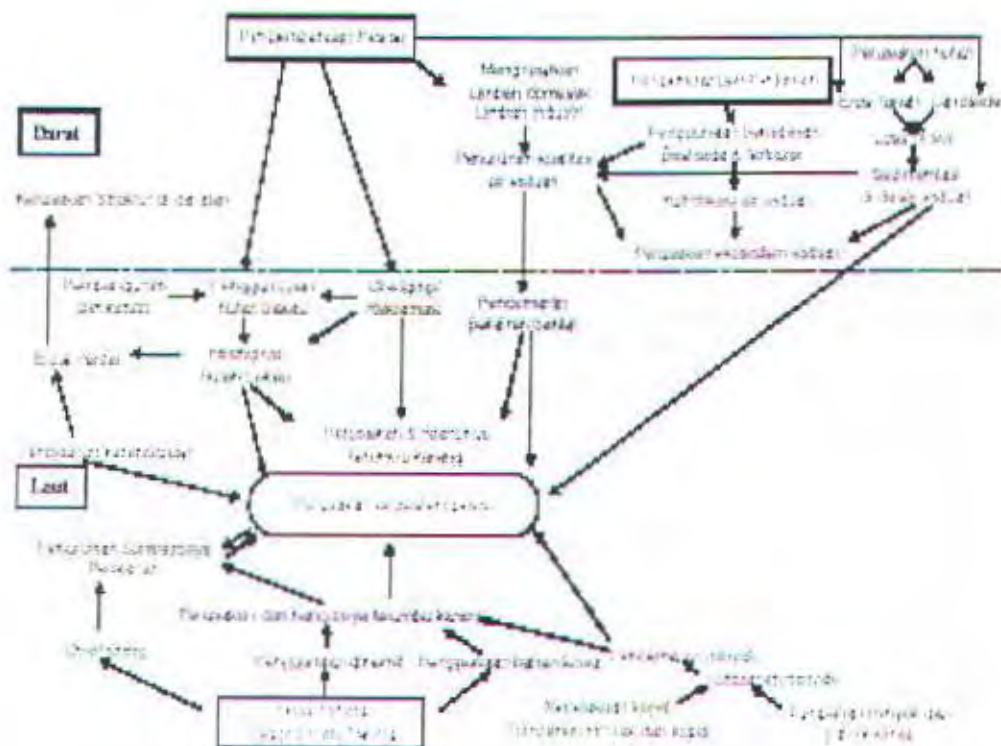


Dengan demikian kondisi perairan Teluk Jakarta tercemar logam berat. Hal ini terjadi juga untuk parameter BOD, COD dan kandungan minyak ditiga stasiun pengamatan sekitar perairan Pelabuhan Tanjung Priok, Teluk Jakarta pada bulan Oktober 1992, juga menunjukkan status tercemar (PPLH – IPB, 1992). Nilai BOD berkisar antara 39 312 ppm dengan baku mutu lebih kecil dari 45 ppm. Nilai COD berkisar antara 419 – 416 ppm, dengan baku mutu lebih kecil dari pada 80 ppm. Sedangkan kandungan minyak dipemukiman perairan berkisar antara 41,5 – 87,5 ppm, dengan baku mutu lebih kecil dari 5 ppm. (Lily P. & Atiek M, 1997). Dari hasil penelitian Pusat Pengkajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor (PKSPL – IPB) pada tahun 1996 nilai BOD dimuara kamal mencapai rata – rata 35,75, COD berkisar antara 31,89 – 48,83 ppm, ammonia dimuara Ancol sebesar 2,25 ppm, serta peningkatan kadar beberapa jenis logam berat. Di Surabaya, kondisi perairan lautnya juga mengalami pencemaran.

Dari hasil penelitian oleh Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) Surabaya menunjukkan bahwa berbagai jenis kerang dan ikan di Kali Wonoayu, kawasan pantai timur Surabaya, diketahui tercemar logam berat. Demikian halnya Teluk Buyat Minahasa, berdasarkan penelitian PSL-UNSRAT dan WALHI Sulawesi Utara, perairan Teluk Buyat telah tercemar merkuri (Hg) dengan derajat berbeda. (Dep. Kelautan Dan Perikanan, 2001)

Kerusakan ekosistem pesisir sebagian besar disebabkan oleh kegiatan manusia (antropogik), Gambar 2. 1. dibawah ini menyajikan aktivitas manusia yang menimbulkan dampak terhadap kerusakan ekosistem pesisir.





Gambar 2. 1. Keterkaitan kegiatan manusia terhadap ekosistem pesisir

2.1.2. Dampak Pencemaran.

Seperti yang tersirat dalam definisi dalam pencemaran laut, bahwa dampak negatif pencemaran tidak hanya membahayakan kehidupan biota dan lingkungan laut, tetapi juga dapat membahayakan kesehatan manusia atau bahkan menyebabkan kematian, mengurangi atau merusak nilai estetika lingkungan pesisir dan lautan, dan merugikan secara sosial-ekonomi. Beberapa bentuk dampak pencemaran perairan dan lautan :

1). Sedimentasi.

Peningkatan buangan sedimen kedalam ekosistem perairan pesisir akibat semakin tingginya laju erosi tanah yang disebabkan oleh kegiatan pengusahaan hutan, pertanian, dan pembangunan sarana dan prasarana, dapat



membahayakan kehidupan di lingkungan pesisir. Dampak negatif sedimentasi terhadap biota perairan pesisir secara besar melalui tiga mekanisme. Pertama, bahan sidemen menutupi tubuh biota laut, terutamanya yang hidup didasar perairan (*benthic organisme*) seperti hewan karang, lamun, dan rumput laut, atau menyelimuti system pernafasannya (insang), akibatnya, biota – biota tersebut akan susah bernafas, dan akhirnya akan mati lemas (*asphyxia*). Kedua, sedimentasi menyebabkan peningkatan kekeruhan air. Kekeruhan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk kedalam air dan mengganggu organisme yang memerlukan cahaya. Efek ini lebih berpengaruh pada komunitas dasar dalam kisaran kedalaman yang memungkinkan bagi komunitas tersebut untuk hidup, contohnya lamun (*seagrass*) yang akan terganggu pertumbuhannya jika kekurangan (Dennis, 1978). Partikel yang terdapat juga mempengaruhi tingkah laku makan dari zooplankton.

2). Eutrofikasi

Eutrofikasi terjadi ketika suplai nutrien (terutama nitrogen dan fosfat) didalam suatu sistem perairan meningkat melebihi batas kemampuan fotosintesis normal suatu komunitas dalam sistem tersebut. Produktifitas dari sebagian besar sistem perairan dapat dipengaruhi oleh terbatasnya masukan nutien, misalnya fosfat dalam sistem perairan tawar, namun hal ini lebih sering terjadi terhadap nitrogen didalam sistem perairan laut (Howarth, 1988). Penambahan suplai nutrien kedalam perairan akan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mikroorganisme yang tergolong dalam kelompok fitoplanton. Definisi eutofikasi yang digunakan oleh Uni Eropa adalah pengkayaan perairan dengan



nutrien, khususnya nitrogen dan fosfat, menyebabkan peningkatan pertumbuhan alga dan tanaman yang akan menyebabkan tidak terganggunya keseimbangan organisme yang ada.

Ketika nutrien masuk kedalam perairan, alga dan fitoplankton yang pertumbuhannya dibatasi oleh suplai nitrogen dan fosfat akan meningkatkan aktivitas fotosintesis. Biasanya, fitoplankton mengalami blooming dan jenis yang ada berubah menjadi jenis yang tidak diinginkan dalam jumlah yang sangat besar. Fenomena ini disebut red tides yang berbahaya bagi ikan dan kerang.

Racun dari alga jenis *Phyrodinium bahamense* terakumulasi dalam tubuh moluska dan akan menjadi ancaman bila dikonsumsi manusia. Racun dari *red tides* meningkat frekuensinya diseluruh dunia. Terjadinya red tide diTeluk Manila pada tahun 1998, mengakibatkan terjangkitnya wabah keracunan sebanyak 30.000 – 50.000 orang.

Dengan peningkatan jumlah organisme tertentu yang terdapat dikolom air secara drastis mengakibatkan konsumsi oksigen meningkat, sehingga kandungan oksigen diperairan menurun, terutama didasar perairan. Pada kondisi kekurangan oksigen (*anoxia*) diperairan, maka proses anaerob akan terjadi dan akan menghasilkan sulfat dan metana (beracun). Hal ini menyebabkan kematian ikan, yang mempengaruhi perubahan struktur komunitas dasar (bentik). (Lily P. & Atiek M, 1997)



3). Anoxia (Kekurangan Oksigen).

Kondisi *anoxic* terjadi bila organisme pengguna oksigen dan proses yang menggunakan oksigen didalam air berada pada kisaran yang lebih besar dari ketersediaan oksigen yang berasal dari udara atau hasil fotosintesa. Umumnya penyebab timbulnya *anoxia* adalah kelebihan substansi yang menggunakan oksigen (contohnya bahan organik) dan sering dikombinasikan dengan stratifikasi kolom air yang menghalangi transpor oksigen dari kolom air permukaan ke dasar perairan.

Sebelum yang dikemukakan sebelumnya, *anoxia* mungkin berhubungan dengan eutrofikasi dimana kelebihan bahan organik berasal dari blooming alga. Kelebihan bahan organik dapat pula berasal dari limbah yang kaya bahan organik, termasuk limbah rumah tangga dan limbah industri. Menurut Gomez et al (1990), limbah dari pabrik kertas, gula, minyak nabati dan perikanan mengandung bahan organik yang tinggi (BOD tinggi).

Kondisi *anoxic* dapat timbul secara alami pada tingkat kedalaman perairan tertentu, misalnya pada lapisan *termoklin*. Sebagai contoh Laut Hitam mempunyai lapisan *anoxic* yang alami, dan oksigen hanya tersedia pada kedalaman hingga 150 – 200 meter. Pemasukan bahan organik yang tinggi dari sungai – sungai telah membuat area *anoxic* dan *hypoxic* (kandungan oksigen rendah) meningkat menuju permukaan di Laut Hitam (Mee, 1992).

Anoxic dapat menyebabkan kematian ikan dan avertebrata dasar dan bila kondisi ini berkepanjangan, dapat menghalangi keberlanjutan populasi ikan. Bila terjadi dekomposisi bahan organik dalam kondisi *anoxic* maka akan



menimbulkan bau yang tidak enak. Bau berasal dari senyawa toksik, misalnya H_2S .

4). Masalah Kesehatan Umum

Limbah rumah tangga banyak mengandung mikroorganisme diantaranya bakteri, virus, fungi dan protozoa yang dapat bertahan hidup sampai ke lingkungan laut. Meskipun limbah rumah tangga mendapatkan perlakuan untuk mengurangi kandungan mikroorganisme, hingga mencapai sejumlah 10.000/ml atau lebih, tetap saja mikroorganisme yang bersifat patogen ini menimbulkan masalah kesehatan manusia.

Mikroorganisme pada limbah rumah tangga dapat bertahan hidup pada berbagai kondisi dilingkungan laut, tergantung pada suhu dan sinar matahari. Virus pada umumnya lebih tahan daripada bakteri, tetapi pengetahuan tentang perbedaan ketahanan hidup dalam kisaran besar dalam organisme ini, masih sangat minim. Mikroorganisme tersebut umumnya terkonsentrasi pada hewan penyaring makanan seperti kerang – kerangan (mutiara, remis dan kima) dan kolam air. Keberadaan mikroorganisme pada kerang – kerangan dan kolam air merupakan penyebab utama terjadinya kontak antara mikroorganisme dengan manusia. Kontak langsung manusia dengan air yang terkontaminasi limbah dapat terjadi melalui kegiatan renang dan memancing, yang merupakan penyebab utama terjadinya infeksi pada telinga, mata dan kulit. Jika limbah cair secara tidak sengaja terminum, maka akan menimbulkan masalah *gastrointestinal*. Manusia yang memakan kerang – kerangan, bila terkontaminasi limbah ini dapat terkena penyakit *gastrointestinal* atau



penyakit yang lebih serius lagi seperti Hepatitis, Kolera dan Tipoid. Hal tersebut disebabkan oleh adanya Biota Patogen didalam kerang.

Masalah kerang yang terkontaminasi oleh limbah telah dilaporkan di berbagai negara di Asia – Pasifik, peristiwa terjadinya ini pada umumnya terjadi ditempat kepadatan manusia yang cukup tinggi dengan pembuangan limbah dengan jumlah yang cukup besar, contohnya di Teluk Thailand, Hongkong dan Jakarta (ESCAP,1990).

5). Pengaruh Terhadap Perikanan.

Pencemaran perairan akan mempengaruhi kegiatan perikanan, karena secara langsung maupun tidak langsung akan mengurangi jumlah populasi, kerusakan habitat dan lingkungan perairan sebagai media hidupnya. Kondisi yang berpengaruh terhadap kegiatan perikanan diantaranya menurunnya kandungan oksigen dalam perairan (anoxic) yang akan menyebabkan pembatasan habitat ikan, khususnya ikan dasar dekat pantai, eutrifikasi perairan yang menyebabkan pertumbuhan alga yang tidak terkendali (blooming alga), contohnya pada peristiwa red tide yang menimbulkan keracunan pada ikan, dan terakumulasinya limbah logam berat beracun (Hg) akan menimbulkan keracunan pada ikan. Bila kondisi ini tidak dikendalikan, akan dapat mengurangi potensi sumber daya perikanan.

Pencemaran limbah rumah tangga dapat mempengaruhi keamanan dalam mengkonsumsi ikan dan kerang – kerangan. Masalah ini terjadi, akibat dari terkontaminasinya limbah rumah tangga yang bersifat patogen dan berbahaya (contohnya tipoid, logam beracun dan pastisida) dengan biota perairan seperti



ikan dan kerang. Beberapa jenis bivalva dan berbagai kerang – kerangan beracun (Paralytic shellfish poisoning, Neurotoxic, Diarrhetic, Ciguatera) dapat ditemui hampir diseluruh belahan dunia (Anderson, 1994). Namun menurut Maclean (1989), Paralytic shellfish poisoning banyak terdapat dilaut Pasifik Barat.

Ikan yang terkontaminasi akan menimbulkan masalah pada kesehatan manusia, sehingga akan berpengaruh terhadap ekspor ikan ke luar negeri. Di beberapa negara pengimpor, biasanya mempunyai persyaratan yang ketat terhadap tingkat kandungan logam berat dan pestisida dalam makanan.

2.2. JENIS LIMBAH

Jenis – jenis limbah yang harus dieliminasi dari aliran air buangan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Zat Organik terlarut.

Zat organik terlarut terdiri dari bahan kimia sintesis. Ataupun hasil – hasil proses yang berasal dari tanaman dan tumbuhan. Meskipun mungkin mikroorganisme dapat mendegradasi zat – zat organik ini dalam alam. Namun hal ini tidak diinginkan karena pertumbuhan biomasnya akan mengabsorbi oksigen yang ada didalam air. Zat organik terlarut dalam air umumnya dinyatakan sebagai Biochemical atau Chemical Oxygen Demand.

BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand 5 hari) diartikan sebagai jumlah O₂ (mg/l) yang harus ditambahkan kedalam air limbah untuk mendukung aktifitas mikro-organisme didalamnya selama lima hari. Sedangkan COD (Chemical



Oxygen Demand) diartikan sebagai jumlah oksigen dari potassium dichromat yang dibutuhkan untuk mengoksidasi air limbah. COD menunjukkan jumlah zat – zat organik baik yang dapat maupun yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Akan tetapi baik BOD maupun COD bukan ukuran yang sangat teliti untuk kandungan zat organik dalam air, karena beberapa zat anorganik kemungkinan dapat teroksidasi selama analisa berlangsung sementara jumlah zat organik mungkin tidak ter-oksidasi. (Tontowi Ismail, 1997)

Parameter lain adalah TOC (Total Organic Carbon, mg/l) yang mengukur kandungan zat organik dengan mengoksidasi seluruhnya menjadi CO_2 . Kategori ini meliputi beberapa bahan kimia yang menyebabkan rasa, bau dan busa didalam air.

2. Ion Metal Berat (heavy metal).

Ion metal berat antara lain terdiri dari *Mercury, Chromium, Lead* dan zat beracun seperti *Cyanida* harus dibatasi secara ketat karena sangat berbahaya.

3. Acidity dan Alkalinity.

Acidity dan Alkalinity bersifat merusak kehidupan sehingga air limbah yang asam atau basa harus dinetralkan terlebih dahulu.

4. Minyak, Lemak/gemuk dan zat – zat terapung lainnya.

Minyak, Lemak/gemuk dan zat – zat lainnya secara estetika tidak diinginkan, dan harus dihilangkan seluruhnya.

5. Nurient.

Nutrient, seperti Nitrogen dan Phosporus dibutuhkan dalam pengolahan air limbah, akan tetapi kelebihan N atau P harus dihilangkan kemudian. Mereka



akan mempercepat pertumbuhan Algae didanau atau kolam, yang melanjutkan akan menyerap oksigen didalam air dengan proses yang disebut EUTROPHICATION.

6. Zat padat tersuspensi dan terkoloid.

Zat padat tersuspensi dan terkoloid membuat air menjadi keruh, air yang jernih bebas dari zat yang tersuspensi. Zat tersuspensi dalam air limbah pada akhirnya mengendap membentuk endapan lumpur.

Jumlah zat padat tersuspensi. TSS (Total Suspended Solid, mg/l) meliputi zat organik dan anorganik. Sebagian TSS ini adalah VSS (Volatile Suspended Solid, mg/l) dan akan teroksidasi menjadi gas pada tempertur 55°C : biasanya bagian ini terdiri dari zat organik sedangkan sebagian TSS yang lain adalah an-organik, yang pada pemanasan akan tertinggal sebagai abu. Air buangan sering kali mengandung cells berasal dari proses pengolahan biologis, yang umumnya adalah Volatile. (Tontowi Ismail, 1997)

7. Warna dan bau.

Warna dan bau kadang – kadang sangat tidak menyenangkan, dan harus dihilangkan. Warna yang susah dihilangkan dapat berasal dari pabrik kertas-pulp dan tekstil. Bau umumnya disebabkan karena zat – zat seperti sulfida dan turunannya dan sedangkan zat yang mudah menguap dapat juga menyebabkan polusi udara.

8. Zat – zat tertentu atau priority pollutants.

Zat – zat tertentu atau priority pollutants yang terdiri dari zat kimia tertentu seperti bahan organik, metal berat dan ion – ion yang secara sendiri – sendiri



diatur dalam peraturan / undang – undang. Jenis ini terdiri dari ratusan macam dan batasannya kadang – kadang dalam kisaran parts-perbillion ($\mu\text{g/l}$).

2.3. PENGOLAHAN LIMBAH.

Tujuan dari pengolahan air limbah adalah mengendalikan pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah hasil berbagai kegiatan manusia, yang dalam hal ini kegiatan proses industri. Pelaksanaan pengolahan limbah industri dapat didekati melalui tiga cara, yaitu :

- Pendekatan tata ruang.
- Pendekatan administratif.
- Pendekatan teknologi.

Sebagai pengelola adalah pemerintah, industri yang bersangkutan, maupun pihak lain. Namun industri yang bersangkutanlah yang merupakan pengelolah utama.

Pola pengembangan tata ruang pada hakekatnya adalah bentuk penataan lingkungan yang didasarkan pada keadaan serta potensi lingkungan yang ada, baik potensi sumber daya alam maupun sumber daya manusia. Dalam kaitannya dengan kegiatan industri, pemerintah telah menentukan adanya delapan “Wilayah Pusat Pertumbuhan Industri (WPPI)”, yang didukung oleh 34 daerah yang berpotensi untuk menjadi “Zona Industri”. Didalam zona industri, secara fisik kegiatan industri dipusatkan dalam “kawasan industri”, dalam bentuk “Industrial Estate”, Kawasan Berikat, Lahan Peruntukan Industri, Perkampungan Industri Kecil, Sentra Industri (Departemen Perindustrian, 1990).



Pendekatan administratif dapat dilakukan oleh pihak pemerintah (Pusat / Instansi terkait / PEMDA), pengolahan kawasan, maupun oleh perusahaan yang bersangkutan yaitu dengan dikeluarkannya tata tertib yang menyakut pelaksanaan reduksi limbah, pengawasan, pemantauan, baik yang rutin maupun yang tidak rutin, pendidikan dan penyuluhan, studi dan penelitian dan lain – lain.

Pengelolaan limbah dengan pendekatan teknologi terutama dilakukan oleh pihak perusahaan yang bersangkutan, meskipun dalam hal – hal tertentu dilakukan oleh pihak lain, misalnya pengolahan limbah terpadu dikawasan industri, pengolahan limbah akhir oleh PEMDA atau pihak swasta.(Rukmiyanti W, 1994)

Pengolahan limbah pada dasarnya merupakan upaya mengurangi volume, konsentrasi atau bahaya limbah, setelah limbah keluar dari proses produksi (end of pipe), melalui proses fisika, kimia dan/atau hayati. Cara – cara pengolahan air sangat tergantung pada komposisi, konsentrasi dan besarnya aliran, disamping juga batasan syarat air limbah yang telah ditetapkan (oleh Undang – Undang / peraturan), ketersediaan jumlah air, kemampuan pemakaian air kembali dari hasil olahan (*re use water*), dan kemampuan badan air menerima limbah. Namun tujuan dari setiap pengolahan pada dasarnya untuk menghilangkan jenis limbah tertentu sebagaimana ditulis dalam Undang – Undang / peraturan, atau menghilangkan pengaruh yang berbahaya dan tidak menyenangkan pada limbah terhadap lingkungan. Pada tabel 2. 2 dijelaskan cara pengolahan limbah berdasarkan jenis limbah (W. Wesley Eckenfelder, 1989)



| Metode Pengolahan | Jenis Limbah | Cara Pengoperasian | Kadar Pengolahan | Keterangan |
|-------------------------|---|--|--|---|
| Ion Exchange | Plating, Nuklir | Continu Filtrasi dengan resin generation | Demineralisasi air | Memerlukan netralisasi dan pembuangan solid |
| Reduksi dan pengendapan | Plating, Ion metal berat (heavy metal) | Kadang kadang atau pengolahan kontinyu | Menghilangkan kadar kromium dan logam berat | Kapasitas satu hari untuk pengolahan tidak kontinyu; tiga jam pengendapan untuk pengolahan kontinyu |
| Coagulasi | Papan kertas, kilang minyak, karet, cat dan tekstil | Kadang kadang atau pengolahan kontinyu | Menghilangkan kadar suspended dan colloidal matter | Floculasi dan tangki pengendapan atau unit penampung; peralatan control pH |
| Adsorpsi | Zat organic beracun | Tabung yang berisi bubuk karbon | Menghilangkan sebagian besar organic beracun | Bubuk karbon (PAC) digunakan untuk mengaktifkan proses |
| Chemical Oxidasi | Zat organic beracun | Kadang kadang atau kontinyu ozon atau katalis hydrogen peroksida | Sebagian atau seluruh oksidasi | Sebagian oksidasi untuk menghilangkan organic |

Tabel 2.2. Cara Pengolahan Limbah Berdasarkan Jenis Limbah

2.3.1. Pengolahan Primer.

Proses pengolahan primer dan sekunder menangani air buangan yang encer dan tidak beracun, air buangan yang berat harus mengalami pengolahan awal sebelum dialirkan keproses ini. Proses pengolahan primer menyiapkan air buangan untuk diolah secara biologis, misalnya dengan screening, grit, equalisasi dan dilengkapi dengan spill-pond, untuk menampung buangan yang sangat jelek yang mungkin dapat merusak proses selanjutnya. Termasuk didalamnya juga adalah Netralisasi pH dan pengambilan minyak, lemak atau zat padat tersuspensi.



Pengolahan primer bertujuan mengurangi fluktuasi aliran air buangan dan konsentrasi dan juga menghilangkan zat pencemar. Air limbah juga harus diolah lebih dahulu (pre treatment) untuk menghilangkan zat pencemar yang "non biodegradable" atau yang beracun, sebelum diolah dipengolahan ini.

Air limbah yang akan diolah secara biologis harus memenuhi beberapa standard. Untuk ini pengolahan awal / primary treatment harus mampu menghilangkan air dengan criteria lebih kurang :

- < 2 : 1 Variasi pada beban organik
- < 125 mg/l Zat padat tersuspensi (TSS)
- < 15 mg/l Minyak dan lemak
- < 1 mg/l Sulfida
- pH 6 – 9 Untuk metal – metal berat

Proses yang digunakan untuk menghasilkan air tersebut umumnya sederhana (walaupun kadang – kadang operasinya cukup susah) :

1. Penyaringan (screening).

Bertujuan untuk menghilangkan zat padat ukuran besar. Seperti bar rack, static screens, rotary drum screens dan vibrating screen. Vibrating screen digunakan untuk menghilangkan suspended solid dari air limbah. Unit ini sangat efektif untuk kebutuhan air yang besar bagi industri dengan 1 sampai 2 juta gal/hari (Edmud & Max Schwartz, 1986)

2. Equalisasi

Bertujuan untuk mengurangi fluktuasi aliran dari waktu ke waktu dan komposisi, dan mencegah beban mendadak yang dapat merusak proses



selanjutnya. Bak equalisasi dapat direncanakan dengan bak variable atau tetap, biasanya diusahakan air didalamnya tercampur merata dan tidak terjadi endapan. (Tontowi Ismail, 1997)

3. Netralisasi

Netralisasi pada umumnya dikerjakan dengan mencampur asam atau basa ke air buangan, sedangkan jumlah kebutuhannya adalah tergantung dari proses sebelum dan selanjutnya. Pengolahan aerobik menghasilkan CO_2 yang dapat menetralkan alkalinitas dan memberikan buffer, untuk setiap 1 mg BOD_5 yang diproses, lebih kurang 0,5 mg alkalinitas sebagai CaCO_3 dapat dinetralkan. Demikian juga bila kedua aliran bersifat asam atau basa dialirkan kedalam bak equalisasi, mereka akan saling menetralkan. Lime (CaO atau Ca(OH)_2) adalah bahan penetral untuk asam yang murah dan gampang didapat, namun reaksinya lambat dan dapat mengencap menjadi CaSO_4 . Tumpukan batu kapur CaCO_3 dapat juga menetralkan air buangan asam. Air buangan yang alkalis dapat dinetralkan dengan asam kuat. H_2SO_4 adalah pilihan yang termurah. Apabila ada, gas buang yang berkadar CO_2 tinggi (>14%) dapat dipakai juga untuk menetralkan alkalis. Kemampuan buffer pada sebagian besar air buangan adalah merupakan persoalan dalam proses netralisasi karena sedikit saja penambahan asam atau basa dapat merubah pH yang besar. (W. Wesley Eckenfelder, 1989).

4. Sedimentasi

Sedimentasi bertujuan mengendapkan zat padat tersuspensi. Jenis partikel padat tertentu seperti buangan pabrik pulp/kertas, kosmetik, harus terflokulasi dahulu untuk dapat cepat mengendap. Sedang partikel seperti pasir, arang dapat



mengendap tanpa terflokulasi. Pada umumnya dengan kecepatan alir kurang dari 1 ft/det (0,3 m/det) partikel – partikel padat ini akan mengendap. Namun partikel padat organik belum tentu dapat dengan mudah mengendap, harus disediakan Clarifier. Clarifier dapat berbentuk budar atau persegi panjang, bentuk bundar biasanya hanya memerlukan biaya perawatan yang kecil. Untuk pengendapan dengan efisiensi tinggi umumnya dipakai tube atau plate settler. Proses ini dapat dikelompokkan dalam tiga bagian, tergantung pada sifat besarnya solid dalam larutan yaitu : discrete, flocculan, dan zone settling. Dalam discrete settling, partikel mempertahankan bentuknya dan tidak dapat berubah ukuran, bentuk atau density selama proses pengendapan. Flocculant settling terjadi ketika partikel mengelompok selama waktu pengendapan dan terjadi perubahan bentuk dan kecepatan pengendapan. Persamaan dibawah menjelaskan kecepatan pengendapan partikel pada discrete settling.

$$v = \sqrt{\frac{4g(\rho_s - \rho_l)D}{2C_d\rho_l}}$$

dimana: ρ_l = density dari fluida

ρ_s = density dari partikel

v = kecepatan pengendapan partikel

D = diameter partikel

C_d = koefisien drag, yang mana terjadi hubungan antara Reynold number dan bentuk partikel

g = percepatan gravitasi





ketika bilangan Reynold kecil kurang dari 1 (partikel kecil dengan kecepatan rendah), gaya lekat utama adalah :

$$C_d = \frac{24}{N_{Re}}$$

dimana :

$$N_{Re} = \frac{vD\rho_l}{\mu}$$

ρ dan μ densitas dan viscositas fluida :

Kedua persamaan diatas di subsitusi dengan aturan stoke's :

$$v = \frac{\rho_s - \rho_l}{18 \mu} gD^2$$

Kenaikan angka Reynold, Sebuah area transisi terjadi dimana kedua gaya inersia dan gaya viskositas bekerja secara efektif. Ini terjadi bila angka Reynold dengan range antara 1 – 1000 dimana

$$C_d = \frac{18,5}{N_{Re}^{0,6}}$$

Untuk angka Reynold 1000 diatas, gaya viskos adalah tidak significant dan koefisien drag constant yaitu 0,4. Kecepatan pengendapan sebuah partikel yang mana pengendapan dengan sebuah jarak yang sama pada kedalaman efektif pada tangki dengan teori detensi yang dipertimbangkan sebagai overflow rate:

$$v_o = \frac{Q}{A}$$



Dimana : Q = Rata-rata aliran melalui tangki

A = Area Permukaan tangki

Semua partikel dengan kecepatan pengendapan lebih besar dari v_o akan dipindahkan kembali dan partikel dengan kecepatan pengendapan kurang dari v_o akan dipindahkan dengan rasio v/v_o . Ketika Suspensi dipindahkan dengan batasan lebar pada ukuran partikel, total perpindahan dapat dihubungkan dengan persamaan sbb :

$$\text{Total removal} = (1 - f_o) + \frac{1}{v_o} \int_0^{f_o} v df$$

f_o adalah partikel gesek yang memiliki kecepatan endapan yang sama atau kurang dari v_o . Persamaan diatas dapat dipecahkan dengan integrasi graphic dari total removal. (W. Wesley, 1989)

5. Floatasi

Floatasi dari minyak, lemak dan zat – zat yang lain memungkinkan pencemar tersebut dapat diskim atau ditapis dari permukaan air limbah. Pemisahan secara gravitasi ini dipergunakan bila pertikel minyak cukup besar dan mengapung. Floatasi digunakan untuk memindahkan suspended solid, minyak dan lemak dari air limbah dengan laju aliran. (www.panamenv.com) Pada persamaan dibawah ini menceritakan kecepatan reaksi pemisahan pada sebuah larutan

$$V = \frac{(2gr^2)(d_1d_2)}{9\mu}$$



Dimana, V = Kecepatan reaksi (cm/sec)

g = Percepatan gravitasi (cm/sec²)

r = Diameter partikel (cm)

d_1 = Density partikel (gr/cm³)

d_2 = Density medium (gr/cm³)

μ = Viskositas medium (dyne sec/cm²)

Ada dua jenis gravity – separator.

- API separator, merupakan tangki yang besar dilengkapi alat penapisan.
- Corrugated – plate interceptor, yang terdiri dari pelat – pelat tersusun miring untuk membuat tabrakan antar gelembung – gelembung minyak kecil menjadi satu yang berukuran besar.

Floatasi udara (Air Flotation) adalah cara lain untuk pemisahan zat terapung yaitu dengan bantuan gelembung udara, dimana zat tersebut ditempelkan pada gelembung permukaan udara dan ikut bergerak bersama gelembung ke permukaan air. Untuk maksud ini, ada dua macam cara pemasukan udara, dengan sistem Dissolved-Air-Flotation (DAF), dimana udara dimasukkan secara mekanis. Sistem Floatasi susah untuk menghilangkan minyak terdispersi ataupun yang teremulsi, bila tanpa diberi zat pembantu (Koagulan).

Sampai dengan tahap ini, air buangan yang diolah masih mengandung zat organik dan an-organik yang terlarut ditambah zat- zat koloidal dan organik



tersuspensi. Meskipun zat tersuspensi dapat disaring hal ini tidak perlu dilakukan pada pengolahan primer. Sedangkan zat organik yang mudah menguap dan berkonsentrasi tinggi sebaiknya dihilangkan dulu sebelum dilakukan proses aerasi, sebab aerasi akan menyebabkan ia menguap diatmosfer. (Tontowi Ismail, 1997)

Pengolahan sekunder akan menguraikan komponen organik terlarut. Hal ini biasanya dikerjakan secara aerobik, baik didalam tangki terbuka atau dilagoon, namun beberapa air limbah juga diproses secara an-aerobik, baik didalam pond atau tangki tertutup. Setelah pengolahan biologis, mikroorganisme dan zat padat yang ada dalam air dapat diendapkan. Sebagian dari endapan Lumpur dikembalikan keproses dan sebagian lagi dibuang. Pengolahan tertier dibelikan setelah pengolahan biologis dengan maksud untuk menghilangkan macam buangan yang specific (misal : pestisida, metal berat, phenol dan lain – lain) agar memenuhi syarat yang dikehendaki. Contoh proses tersebut antara lain penyaringan, adsorpsi, oksidasi dan lain – lain.

5. Filtrasi

Proses filtrasi merupakan proses penyaringan air dari partikel – partikel koloid yang koloid melaalui media berbutir yang porous. Pada proses filtrasi terdapat beberapa fenomena yang penting saat filtrasi dengan media berbutir, yakni :

✓ Mechanical straining.

Adalah proses penyaringan partikel suspended matter yang terlalu besar untuk dapat lolos melalui lubang diantara butiran pasir. Proses ini terjadi pada permukaan filter, Clogging pada filter akan mengurangi ukuran pori sehingga secara teoritis akan meningkatkan efisiensi straining, dengan



bertambahnya waktu, meningkatkan tahanan / resistanse filter sehingga perlu dipilih butiran yang lebih besar.

✓ Sedimentasi.

Proses pengendapan partikel suspended matter yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Pada prinsipnya semua butiran filter dapat menjadi tempat pengendapan ini. Jika filtrasi sudah berjalan cukup lama, endapan akan mengurangi ukuran efektif pori dan kecepatan turunnya air akan bertambah. Hal ini akan menggerus endapan sehingga terbawa ke effluent dan menandai perlu dilakukan backwash..

✓ Adsorpsi.

Merupakan proses yang paling penting dalam filtrasi, karena dapat menghilangkan partikel – partikel koloidal yang berasal dari bahan anorganik maupun organik. Proses ini dapat terjadi karena secara alamiah pasir kwarsa pada pH normal memiliki muatan negative, sehingga bisa menarik partikel bermuatan positif dalam bentuk koloidal matter, seperti kristal dalam karbonat, flok dari besi dan aluminium hidroksida serta kation – kation dari besi, mangan, aluminium dan lain – lain.

✓ Backwash.

Backwash bertujuan untuk menghilangkan material – material yang terdeposit dalam filter bed selama proses filtrasi berlangsung. Ketika filter dibackwash, aliran upflow dikenakan pada rate tertentu untuk dapat mengekspansi media filter dan membawa akumulasi kontaminan pada filter.



2.3.2. Pengolahan Secara Biologis.

Didalam pengolahan secara biologis, bakteri dan mikroorganisme yang lain akan memecah dan metabolisme zat organik terlarut dan terkoloid di air limbah. Oleh karena itu akan mengurangi BOD dan COD sampai pada tingkat konsentrasi 10 – 100 mg/l. namun tidak semua organik terdegradasi. Waktu yang cukup dan jenis mikroba yang sesuai akan membantu degradasi zat organik lebih banyak lagi.

Pengolahan secara biologis pada umumnya adalah aerobik. Disini air diaerasi dan mikroba akan merubah organik karbon menjadi CO_2 dan sel mikroba baru. Sedangkan pengolahan dengan an-aerobik, mikroba akan menghasilkan gas metana dan CO_2 . Pada kedua cara tersebut sel mikroba akan terbentuk dan zat-zat yang teruraikan (*non degradable*) akan mengendap dan membentuk lumpur. Tabel 2.3, menjelaskan prinsip proses pengolahan secara biologis, pemilihan proses harus didasarkan atas sifat / karakter, konsentrasi, volume dan keanekaragaman air buangan, disamping juga faktor lain seperti kemampuan operator.

| Proses Pengolahan | Waktu tinggal, hari | Kedalaman, ft | Biomassa (X_v), mg/l | BOD ₅ , mg/l | BOD ₅ terambil, % | Keterangan |
|--------------------------------|---------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|---|
| Aerobik | | | | | | |
| Lumpur Aktif | 0,16 – 0,33 | 12 – 16 | 2000 – 3000 | 100 – 3000 | 85 – 95 | Cegah Lumpur balking |
| Entended Aeration | 0,5 – 1 | 12 – 16 | 3000 – 4000 | | 85 – 95 | F/M < 0,7 |
| Rotating biological contractor | - | - | - | | 80 – 95 | Beban 1,5 – 8 lbBOD/ft ² -hari |
| Trickling Filter | - | 15 – 30 | - | | 50 – 60 | Beban 0,1 – 0,5 lbBOD/ft ² -hari |
| Aerated Lagoon (aerobic) | 0,5 – 3 | 8 – 16 | 0,5 BODdimp | | 50 – 70 | Teraduk sempurna |
| Aerated lagoon (facultative) | 3 – 10 | 8 – 16 | 50 – 100 | | 80 – 95 | Adukan dipermukaan |
| An-aerobik | | | | | | |
| An-aerobik reactor | 0,5 – 30 | - | 5000 – 12000 | 1500 – 10000 | 70 – 95 | Beban 0,1 – 0,95 BOD/ft ³ -hari |
| An-aerobik pond | 5 – 50 | 8 – 15 | < 25 | 500 – 2000 | 50 – 80 | Beban 250 – 4000 BOD/ft ³ -hari |
| Facultative pond | 7 – 50 | 3 – 8 | < 25 | 50 – 250 | 70 – 95 | Algae 10 – 50 mg/l |

Tabel 2.3. Pengolahan Biologis aerobik dan An aerobik pada air limbah

1. Proses Lumpur Aktif.



Proses lumpur aktif dilaksanakan pada tangki aerasi, dapat mengurangi BOD terlarut sampai kadar 10 – 15 mg/l dan total BOD (termasuk yang tersuspensi) sampai lebih kecil dari 30 mg/l. Sistem ini dipilih bila mutu air limbah harus baik, tanah terbatas, dan rata aliran lebih besar dari 100000 gallon/hari ($375 \text{ m}^3/\text{hari}$). Prosesnya hanya membutuhkan waktu singkat. Namun ia memerlukan operasi yang teliti. Juga prosesnya peka terhadap zat beracun dan “hydraulic shocks”. Disamping itu juga memerlukan cara penanganan lumpur yang memadai. Extended aeration adalah proses lumpur aktif dengan waktu proses yang lebih lama, dan dapat mengurangi kadar BOD dibawah 10 mg/l. Tetapi zat padat mungkin dapat mencapai 50 mg/l. untuk lebih menjernihkan hasil olahan biasanya dibuthkan koagulasi atau bahkan filtrasi. Lumpur yang harus dibuang jauh lebih kecil dari pada proses lumpu akti biasa. Oleh karena waktu prosesnya antara 12 – 24 jam, rate alirannya biasanya dipilih dibawah 1 juta gallon/hari ($3785 \text{ m}^3/\text{hari}$).

2. Aerated Lagoon.

Aerated lagoon dapat mengurangi BOD sampai kurang dari 25 mg/l, dan total BOD kurang dari 50 mg/l. lagoon tidak begitu terpengaruh oleh fluktuasi beban karena volumenya yang sangat besar, namun persediaan tanah harus luas. Zat padat hasil olahan akan mencapai 100 mg/l, karena carry over maka bila diinginkan mutu yang baik ia memerlukan penyaringan atau pengendapan. Facultatif lagoon adalah jenis lagoon dengan aerasi dimana sebagian padatan akan terdekomposisi secara anaerobic dibagian dasar. Hal ini akan mengurangi lebih banyak BOD dan bau yang dihasilkan didasar lagoon akan dihilangkan oleh mikroba aerobik yang ada diatasnya.



3. An-aerobik Ponds.

An-aerobik ponds beroperasi tanpa aerasi dan umunya harus diikuti pengolahan secara aerobik. Facultatif ponds dapat memperoleh udara dan lebih efektif karena dapat mendukung kahidupan mikroba aerbik dan an-aerobik namun kedua metode diatas akan menghasilkan bau yang menyengat.

4. Trickling Filter dan Rotating Biological Contactors.

(RBC_s) adalah reaktor – reaktor dimana lapisan mikroba yang menempel diCarrier (immobilized cell) mengoksidasi air buangan. Trickling filter berkecepatan tinggi (high-rate) dapat mengurangi BOD 60 – 85 %. Filter kasar beroperasi pada beban pencemar organic yang tinggi dapat mengurangi beban BOD sampai 50 – 60%; RBC_s dapat mempunyai effisiensi sama dengan proses lumpur aktif meskipun alat – alat ini lebih kecil ukurannya memakai energi yang lebih sedikit dan lebih mudah dioperasikan. Namun adanya fluktuasi BOD sangat mengganggu proses ini.

5. An-aerobik Digetion.

Dalam reaktor tertutup sangat effisien untuk menghilangkan organic terlarut dan tak terlarut yang ada pada aliran limbah dan juga dapat mengurangi kadar Nitrat menjadi N₂. Kebutuhan energi sangat minimal dan mampu mengurangi 70 – 90% BOD. Hingga dapat dipakai sebagai pengolahan awal dalam proses aerobik. Seperti proses Lumpur aktif, proses ini memerlukan keahlian dalam mengoperasikannya dan juga peka terhadap zat beracun serta beban hidraulis yang mendadak.



Langkah-langkah perencanaan sistem secara matematis:

1. Menentukan kapasitas air limbah dari graving dock.

Dalam perencanaan unit pengolahan limbah, langkah pertama yaitu menghitung besarnya kapasitas air yang berasal dari graving dock. Untuk itu volume air limbah dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini ;

$$V = L \times B \times H \quad (3.1)$$

Dimana ; V = Volume graving dock (m^3)

L = Panjang graving dock (m)

B = Lebar graving dock (m)

H = Tinggi graving dock (m)

Setelah mendapatkan volume maka kapasitas dapat dihitung dengan :

$$Q = \frac{V}{t} \quad (3.2)$$

Dimana ; Q = Kapasitas air limbah dari graving dock (m^3/s)

t = Waktu yang dibutuhkan (s)

2. Oil water separator

Pada perencanaan sistem pengolahan limbah salah satu bagiannya adalah oil water separator yang fungsinya untuk memisahkan kandungan air dan minyak. Besarnya kapasitas air limbah berpengaruh pada desain sedangkan luasnya dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_m / A_h = 0,00386 \left[\frac{(S_w - S_o)}{\mu} \right] \quad (3.3)$$



Dimana: Q_m = Kapasitas air limbah (ft^3/min)

A_h = Luas bidang separator (ft^2)

S_w = Spesifik gravity air

S_o = Spesifik gravity minyak

μ = Viskositas air keadaan setimbang.

3. Perencanaan Filtrasi

Proses filtrasi merupakan proses penyaringan air dari partikel – partikel koloid melalui media berbutir yang porous.

Beberapa faktor desain yang digunakan, meliputi :

✓ Kehilangan tekanan pada media,

$$\frac{H_f}{L} = k \frac{v}{g} \frac{(1-f)^2}{f^3} \left(\frac{6}{\Psi} \right)^2 \sum \left(\frac{P_i}{d_i^2} \right) \quad (3.4)$$

dimana :

h_L = kehilangan tekanan (m atau cm)

L = tebal media (m atau cm)

k = konstanta ($k = 5$)

v = viskositas kinematis (cm^2/dt)

V_f = kecepatan filtrasi (cm/dt)

f = porositas media

g = percepatan gravitasi (cm/dt^2)

Ψ = shape factor (faktor bentuk)

P_i = fraksi berat

d_i = diameter geometri media



- ✓ Kecepatan mengendap patikel,

$$Vs = \left[\frac{4}{3} \cdot \frac{g}{C_d} \cdot (s_g - 1) \cdot dp \right]^{0.5} \quad (3.5)$$

dimana :

C_d = koefisien drag

s_g = specific gravity

dp = diameter partikel

- ✓ Sistem backwash,

- Syarat ekspansi

$$V_{up} = V_s \cdot f^{4.5} \quad (3.6)$$

Dimana :

V_{up} = kecepatan backwash

- Tebal ekspansi media (Le)

$$Le = L \cdot \left[\frac{(1-f)}{(1-fe)} \right] \quad (3.7)$$

- Kehilangan tekanan saat backwash

$$H_f = Le \cdot (s_g - 1) \cdot (1 - fe) \quad (3.8)$$

- ✓ Kontrol pencampuran (intermixing) untuk dual media (antrosit dan pasir)

V_s diameter antrosit terbesar < V_s diameter pasir terkecil

5. Desain tangki

Tangki merupakan bagian terpenting dalam proses karena dari proses – proses tersebut diatas hampir semuanya berada didalam tangki. Untuk itu desain tangki sangat diperhitungkan demi keefektifan selama proses tersebut berlangsung, untuk



perhitungan diameter tangki, tebal dan tekanan dalam tangki dapat digunakan persamaan – persamaan dibawah ini :

✓ Diameter dan tinggi shell

Volume liquid = 70 % volume tangki

Volume tangki = Volume shell

$$= (\pi/4) D^2 \cdot H \quad (3.9)$$

✓ Tebal shell

$$t_s = \frac{P_i \times d_i}{2 \cdot f \cdot E} + C \quad (3.10)$$

dimana: t_s = tebal shell (in)

P_i = tekanan dalam (lb / in²)

d_i = diameter dalam (in)

f = allowable stress (lb / in²)

E = efisiensi pengelasan

C = faktor korosi (in)

$$P_i = \frac{\rho \cdot (H - 1)}{144} \quad (3.11)$$

dimana : P_i = tekanan dalam (lb / in²)

ρ = densitas air (lb / ft³)

H = tinggi (ft)

3. 6. Analisa Hasil Perencanaan

Dari hasil perencanaan dan perhitungan tentang sistem pengolahan limbah akan dilakukan analisa teknis tentang kelayakan dan keefektifan sistem tersebut



dalam menurunkan atau menghilangkan kadar limbah dari graving dock apa sudah sesuai dan memenuhi batasan yang diperbolehkan bahwa limbah tersebut layak dibuang kelaut.

3. 7. Kesimpulan

Dari hasil analisa teknis tentang kelayakan dan keefektifan sistem pengolahan limbah tersebut akan dapat disimpulkan bahwa sistem tersebut layak digunakan untuk menurunkan atau menghilangkan kadar limbah yang berasal dari graving dock demi menjaga kelestarian lingkungan laut.

"Atau seperti gelap gulita dilautan dalam yang diliputi oleh ombak yang diatasnya ombak (pula), diatasnya (lagi) awan; gelap gulita yang bermdih – tmdih. Apabila dia mengeluarkan tangannya, tiadalah dia dapat melihatnya. Barangsiapa yang tidak diberi cahaya (petunjuk) oleh Allah, tiadalah dia mempunyai cahaya sedikitpun."
(an-Nuur: 40)

BAB IV PERENCANAAN DAN ANALISA



BAB IV

PERENCANAAN DAN ANALISA

4. 1. Perencanaan.

Pada penulisan tugas akhir ini melakukan perencanaan unit pengolahan limbah untuk graving dock. Dalam perencanaan kali ini sistem diterapkan pada graving dock dengan dimensi :

Panjang : 128 meter

Lebar : 20 meter

Kedalaman : 6 meter

Bobot Mati : 8000 DWT

4.1.1. Kapasitas Air Limbah.

Sedangkan untuk langkah perhitungan perencanaan adalah menentukan kapasitas graving dock sebagai sumber dari limbah yang akan dilakukan pengolahan.

$$V = L \times B \times H$$

$$= 128 \times 20 \times 4 \quad (H = 4, \text{ karena pada saat pengisian air } \pm 4 \approx 4,5 \text{ m})$$

$$= 10240 \text{ m}^3$$

$$V = 2705122 \text{ gallon}$$

Kapasitas;

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana, V = Volume = 10240 m^3

t = waktu yang diperlukan untuk pemompaan air dari graving dock,



diketahui kapasitas pompa digalangan = $1000 \text{ m}^3/\text{hr}$, maka waktu yang diperlukan adalah $10240 / 1000 = 10,24 \text{ jam}$.

$$Q = \frac{10240}{10,24} = 1000 \text{ m}^3/\text{hr}$$

4.1.2. Oil Water Separator

Untuk pemisahan antara kandungan minyak dalam air limbah dipergunakan oil water separator yang data spesifikasinya diambil dari katalog pembuat oil water separator, yaitu dengan laju aliran 4800 GPM karena laju aliran air limbah yang masuk oil water separator adalah $1000 \text{ m}^3/\text{hr}$ atau 4402.868 GPM, dengan performa kurang dari 10 mg/l kandungan minyak yang lepas.

Untuk mengetahui besarnya kandungan minyak yang dipisahkan dapat dihitung dengan menggunakan neraca massa seperti dibawah ini :

- Aliran Masuk

Laju aliran yang masuk ke OWS adalah 3666,153 GPM $\approx 16666.67 \text{ liter/menit}$

Kandungan minyak dalam aliran adalah 133 mg/l.

Maka besarnya kandungan minyak yang ada dalam aliran adalah :

$$133 \times 16666,67 = 2216667,11 \text{ mg} \approx 2,217 \text{ kg/menit}$$

jika $\rho_{\text{minyak}} = 890 \text{ kg/m}^3$, $\rho = m/v$

$$v = 2,217 / 890 = 0,0025 \text{ m}^3 = 2,5 \text{ liter}$$

Maka besarnya kandungan air yang ada dalam aliran adalah :

$$\text{Maka volume air laut} = 16666,67 - 2,5 = 16664,17 \text{ liter/menit}$$





- Aliran Keluar

Laju aliran yang keluar dari OWS adalah :

1. Minyak yang keluar dari OWS

Berdasarkan kemampuan OWS bahwa kandungan minyak yang lepas adalah kurang dari 10 mg/l, $10 \times 16666,67 = 166666,7 \text{ mg} \approx 0,17 \text{ kg/menit}$.

maka besarnya laju aliran minyak yang keluar dari OWS adalah :

$2,217 - 0,17 = 2,047 \text{ kg/menit}$, jika $\rho_{\text{minyak}} = 890 \text{ kg/m}^3$ maka besarnya

laju aliran minyak yang keluar dari OWS adalah :

$2,047 / 890 = 0,0023 \text{ m}^3$ jadi lajunya adalah 2,3 l/menit

2. Air yang keluar dari OWS

Sedangkan besarnya laju aliran air yang keluar dari OWS adalah :

Aliran masuk = minyak yang keluar + air yang keluar dari OWS

$16666,67 \text{ l/men} = 2,3 \text{ l/men} + \text{air yang keluar dari OWS}$

laju aliran air limbah dari OWS = $16666,67 - 2,3 = 16664,37 \text{ l/men}$

4.1.3. Netralisasi

Untuk menetralkan kondisi pH perlu dibuat tangki pH, dimana didalam tangki ini terjadi penambahan asam atau basa untuk menetralkan kondisi pH.

Kondisi operasi : $P = 14,7 \text{ psia}$

$T = 30^\circ\text{C}$

Mencari densitas rata – rata yang keluar dari OWS :

Minyak : $0,17 \text{ kg/menit}$, $v = 0,17 / 890 = 0,0002 \text{ m}^3 = 0,2 \text{ l/menit} = 0,375 \text{ lb/men}$



$$\text{Air laut} : 16664,37 - 0,2 = 16664,17 \text{ l/men} = 16,664 \text{ m}^3$$

$$\text{jika } \rho_{\text{air}} = 1250 \text{ kg/m}^3, m = 16,664 \times 1250 = 20830 \text{ kg/menit} = 95922,23 \text{ lb/men}$$

$$\text{Volume campuran keluar OWS} = \frac{20830}{1250} + \frac{0,17}{890} = 16,6642 \text{ m}^3$$

$$\rho \text{ campuran} = \frac{20830 + 0,17}{16,6642} = 1249,995 \text{ kg/m}^3 = 78,034 \text{ lb/ft}^3$$

- Dimensi Tangki

Direncanakan tangki berpengaduk berbentuk silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standart dish head, bahan Carbon Steel SA-283 grade C ($f = 12650 \text{ psia}$) dengan waktu tinggal 15 menit untuk proses pengadukan.

Direncanakan 2 buah tangki yang beroperasi selama 15 menit.

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{1}{4} \text{ jam.}$$

$$\text{Volume liquid} = 124,98 \text{ m}^3 = 4413,627 \text{ ft}^3$$

$$\text{Asumsi : Volume liquid} = 70 \% \text{ Volume tangki}$$

$$H / D = 1,5$$

✓ *Diameter Shell*

$$\text{Volume tangki} = \frac{4413,627}{0,7} \text{ ft}^3$$

$$= 6305,181 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume tangki} = (2 \times \text{volume tutup}) + \text{Volume shell}$$

$$6305,181 = (2 \times 0,00049 D^3) + (\pi/4 D^2 H)$$

$$D^3 = 1,796 D^3$$

$$D^3 = 5345,406$$

$$D = 17,485 \text{ ft} = 209,817 \text{ in}$$



$$H = 26,227 \text{ ft} = 314,726 \text{ in}$$

✓ *Tebal Silinder*

Tinggi liquid dalam tangki (Hl)

$$\text{Volume liquid} = (\pi/4) D^2 Hl$$

$$4413,627 = (\pi/4) (17,485)^2 Hl$$

$$Hl = 18,374 \text{ ft}$$

Menentukan tekanan desain (Pd)

$$\text{Tekanan operasi} = 14,7$$

$$\text{Tekanan hidrostatik} = P_h = \rho (Hl - 1)/144$$

$$= \frac{78,034 \times 17,374}{144}$$

$$= 9,415 \text{ psi}$$

Pada umumnya, tekanan desain (Pd) = 1,0 ~ 1,2 tekanan operasi

Disini diambil :

$$\text{Tekanan desain} = Pd$$

$$= 1,05 (P_{\text{ops}} + P_h)$$

$$= 1,05 (14,7 + 9,415)$$

$$= 25,321 \text{ psi}$$

Persamaan (13-1) Brownell & Young :

$$t_s = \frac{Pd \times r_i}{f \times E - 0,6 \times Pd} + C$$

$$= \frac{25,321 \times 104,409}{12650 \times 0,8 - 0,6 \times 25,321} + 0,125$$

$$= 0,387 \text{ in} = 6/16 \text{ in}$$



✓ *Perhitungan tebal tutup atas dan tutup bawah*

Dipilih sambungan las double welded butt joint, $E = 0,8$

$$\begin{aligned}t_s &= \frac{0,885 \times Pd \times Re}{(f \times E) - (0,1 \times Pd)} \\&= \frac{0,885 \times 25,321 \times 209,817 \cdot \text{in}}{(12650 \times 0,8) - 90,1 \times 25,321)} \\&= 0,465 \text{ in} = \frac{1}{2} \text{ in}\end{aligned}$$

dipilih tebal silinder = $\frac{1}{2}$ in

Perhitungan tinggi tutup atas :

Dimana : $R_c = ID = 209,817 \text{ in}$

$$i_{cr} = 6\%R_c = 12,589 \text{ in}$$

$$BC = R_c - i_{cr} = 209,817 - 12,589$$

$$= 197,228 \text{ in}$$

$$= 16,436 \text{ ft}$$

$$AB = r_i - i_{cr} = 104,909 - 12,589$$

$$= 92,320 \text{ in}$$

$$= 7,693 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi head} &= b = R_c - (BC^2 - AB^2)^{0,5} \\&= 209,817 - (197,228^2 - 92,320^2)^{0,5} \\&= 35,530 \text{ in} \\&= 2,960831 \text{ ft}\end{aligned}$$

$$S_f = 2 \text{ in (Brownell tabel 5.8)}$$



$$\begin{aligned} \text{OA} &= t_s + b + S_r \\ &= \frac{1}{2} + 35,530 + 2 \\ &= 37,995 \text{ in} = 3,166 \text{ ft} \end{aligned}$$

Tinggi tutup atas = tinggi tutup bawah = OA

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total tangki} &= \text{tinggi shell (H)} + 2 \text{ OA} \\ &= 314,726 + (2 \times 37,995) \\ &= 390,175 \text{ in} \\ &= 32,560 \text{ ft} \end{aligned}$$

✓ Sistem Pengadukan

Dipilih jenis pengaduk turbin dengan 6 buah flat blade (*Applied process design for chemical and petrochemical plant, hal 164 vol. 1, Ernest E. Ludwig*).

Ketentuan : (*Unit Operation of Chemical Engineering, 5th ed, hal 243*)

$$\begin{aligned} D_a / D_t &= 1/3 & W / D_a &= 1/5 \\ E / D_a &= 1 & J / D_r &= 1/12 \\ L / D_a &= 1/4 & H / D_t &= 1 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} D_t &= \text{Diameter tangki} &= 17,485 \text{ ft} \\ D_a &= \text{Diameter impeller} &= D_t / 3 = 5,828 \text{ ft} = 69,939 \text{ in} \\ W &= \text{Lebar blade} &= D_a / 5 = 1,166 \text{ ft} \\ L &= \text{Panjang Blade} &= D_a / 4 = 1,457 \text{ ft} \\ J &= \text{Lebar baffle} &= D_t / 12 = 1,457 \text{ ft} \\ E &= \text{tinggi impeller dari dasar tangki} &= 5,828 \text{ ft} \end{aligned}$$



Menghitung Power pengaduk :

Kecepatan umum untuk pengaduk turbin 9V) = 200 ~ 250 m/min (Joshi, hal 389)

Ditetapkan : $V = 240 \text{ m/min} = 4 \text{ m/det} = 13,123 \text{ ft/det}$

Kecepatan angular (ω) = $V/r_a = 2\pi N / 60$

$$N = \frac{60 \cdot V}{2\pi r_a} = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D_a}$$

$$= \frac{60 \times 4}{\pi \times 5,828} = 13,102 \text{ rpm} = 0,218 \text{ rps}$$

$$\mu_m = \mu_{\text{liquid}} \left(\frac{(1 + 0,5 \cdot q_s)}{(1 - q_s)^4} \right) \quad (\text{Perry's Handbook, ed. 4, hal 3-329})$$

dimana :

μ_m = Viskositas campuran

μ_{sg} = Viskositas liquid (1 cps = 2,42lb/ft. jam)

q_s = Volume farksi solid

Basis : 15 menit

Jumlah total liquid = 344419,6 lb

Densitas campuran = 78,034 lb/ft³

Volume solid = $15,017 / 78,034 = 0,192 \text{ ft}^3$

Volume fraksi soild = $0,192 / 4413,627 = 0,00004 \text{ ft}^3$

$$\mu_m = 3,39768 \cdot \left[\frac{(1 + (0,5 \times 0,00004))}{(1 - 0,00004)^4} \right]$$

$$= 3,3978 \text{ lb/ft.jam}$$

$$= 1,404 \text{ cps}$$

$$N_{re} = \frac{Da^2 N \rho}{\mu_m} = \frac{3,156 \times 0,218 \times 1249,988}{1,404} = 613,542$$



Dari fig. 3.4-4 Geankoplis (*"Transport Process and Unit Operation"*) diperoleh :

$$\text{Harga } N_p = 5$$

Menghitung power pengaduk

$$\begin{aligned} P &= \frac{N_p \times N^2 \times Da^5 \times \rho}{g_c \times 550} \\ &= 5 \times 0,0104 \times 17,693 \times 1249,988 \\ &= 1151,492 \text{ J/s} = 1,54 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dengan power Losses = 10 % P (*M. P. Joshi, hal 399*)

$$\begin{aligned} &= 0,1 \times 1,544 \\ &= 0,154 \\ P_{\text{input}} &= 0,154 + 1,544 \\ &= 1,699 \text{ HP} \end{aligned}$$

Transmission sistem losses = 20 % P

$$\begin{aligned} &= 0,2 \times 1,699 \\ &= 0,340 \\ P_{\text{input}} &= 2,038 + 0,340 \\ &= 2,378 \text{ HP} \end{aligned}$$

Jadi tenaga yang digunakan untuk menggerakkan pengaduk = 2,378 HP

Maka digunakan motor pengaduk dengan daya = 3 HP.



4.1.4. Flokulasi.

Untuk memudahkan proses filtrasi maka sebelum filtrasi perlu diberi tangki flokulan yang mana didalam tangki terjadi penambahan koagulan atau flocculan yang gunanya mengikat partikel – partikel kecil menjadi lebih besar sehingga memudahkan proses filtrasi.

Kondisi operasi : $P = 14,7$ psia

$$T = 30^{\circ}\text{C}$$

Mencari densitas rata – rata :

Minyak : $0,17$ kg/menit , $v = 0,17 / 890 = 0,0002 \text{ m}^3 = 0,2 \text{ l/menit} = 0,375 \text{ lb/men}$

Air laut : $16664,37 - 0,2 = 16664,17 \text{ l/men} = 16,664 \text{ m}^3$

jika $\rho_{\text{air}} = 1250 \text{ kg/m}^3$, $m = 16,664 \times 1250 = 20830 \text{ kg/menit} = 95922,23 \text{ lb/men}$

$$\text{Volume campuran} = \frac{20830}{1250} + \frac{0,17}{890} = 16,6642 \text{ m}^3$$

$$\rho \text{ campuran} = \frac{20830 + 0,17}{16,6642} = 1249,995 \text{ kg/m}^3 = 78,034 \text{ lb/ft}^3$$

- Dimensi Tangki

Tangki flocculan direncanakan sama seperti tangki netralisasi yaitu tangki berpengaduk berbentuk silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standart dish head, bahan Carbon Steel SA-283 grade C ($f = 12650$ psia) dengan waktu tinggal 15 menit untuk proses pengadukan. Direncanakan 2 buah tangki yang beroperasi selama 15 menit.

Waktu tinggal = $\frac{1}{4}$ jam.

$$\text{Volume liquid} = 124,98 \text{ m}^3 = 4413,627 \text{ ft}^3$$



Asumsi : Volume liquid = 70 % Volume tangki

$$H / D = 1,5$$

✓ *Diameter Shell*

$$\text{Volume tangki} = \frac{4413,627}{0,7} \text{ ft}^3$$

$$= 6305,181 \text{ ft}^3$$

Volume tangki = (2 x volume tutup) + Volume shell

$$6305,181 = (2 \times 0,00049 D^3) + (\pi/4 D^2 H)$$

$$D^3 = 1,796 D^3$$

$$D^3 = 5345,406$$

$$D = 17,485 \text{ ft} = 209,817 \text{ in}$$

$$H = 26,227 \text{ ft} = 314,726 \text{ in}$$

✓ *Tebal Silinder*

Tinggi liquid dalam tangki (Hl)

$$\text{Volume liquid} = (\pi/4 D^2 Hl)$$

$$4413,627 = (\pi/4) (17,485)^2 Hl$$

$$Hl = 18,374 \text{ ft}$$

Menentukan tekanan desain (Pd)

$$\text{Tekanan operasi} = 14,7$$

$$\text{Tekanan hidrostatik} = Ph = \rho (Hl - 1)/144$$

$$= \frac{78,034 \times 17,374}{144}$$

$$= 9,415 \text{ psi}$$



Pada umumnya, tekanan desain (P_d) = 1,0 ~ 1,2 tekanan operasi

Disini diambil :

$$\begin{aligned}\text{Tekanan desain} &= P_d \\ &= 1,05 (P_{\text{ops atas}} + P_h) \\ &= 1,05 (14,7 + 9,415) \\ &= 25,321 \text{ psi}\end{aligned}$$

Persamaan (13-1) Brownell & Young :

$$\begin{aligned}t_s &= \frac{P_d \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P_d} + C \\ &= \frac{25,321 \times 104,409}{12650 \times 0,8 - 0,6 \times 25,321} + 0,125 \\ &= 0,387 \text{ in} = 6/16 \text{ in}\end{aligned}$$

✓ Perhitungan tebal tutup atas dan tutup bawah

Dipilih sambungan las double welded butt joint, $E = 0,8$

$$\begin{aligned}t_s &= \frac{0,885 \times P_d \times R_e}{(f \times E) - (0,1 \times P_d)} \\ &= \frac{0,885 \times 25,321 \times 209,817 \cdot \text{in}}{(12650 \times 0,8) - 90,1 \times 25,321)} \\ &= 0,465 \text{ in} = \frac{1}{2} \text{ in}\end{aligned}$$

dipilih tebal silinder = $\frac{1}{2}$ in

Perhitungan tinggi tutup atas :

Dimana : $R_e = ID = 209,817 \text{ in}$

$$i_{cr} = 6\% R_e = 12,589 \text{ in}$$

$$BC = R_e - i_{cr} = 209,817 - 12,589$$



$$= 197,228 \text{ in}$$

$$= 16,436 \text{ ft}$$

$$AB = r_i - i_{cr} = 104,909 - 12,589$$

$$= 92,320 \text{ in}$$

$$= 7,693 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi head} &= b = R_c - (BC^2 - AB^2)^{0.5} \\ &= 209,817 - (197,228^2 - 92,320^2)^{0.5} \\ &= 35,530 \text{ in} \\ &= 2,960831 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$S_f = 2 \text{ in (Brownell tabel 5.8)}$$

$$\begin{aligned} OA &= t_s + b + S_f \\ &= \frac{1}{2} + 35,530 + 2 \\ &= 37,995 \text{ in} = 3,166 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi tutup atas} = \text{tinggi tutup bawah} = OA$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total tangki} &= \text{tinggi shell (H)} + 2 \text{ OA} \\ &= 314,726 + (2 \times 37,995) \\ &= 390,175 \text{ in} \\ &= 32,560 \text{ ft} \end{aligned}$$

✓ Sistem Pengadukan

Dipilih jenis pengaduk turbin dengan 6 buah flat blade (*Applied process design for chemical and petrochemical plant, hal 164 vol. 1, Ernest E. Ludwig*).

Ketentuan : (*Unit Operation of Chemical Engineering, 5th ed, hal 243*)

$$D_a / D_t = 1/3 \quad W / D_a = 1/5$$



$$E / D_a = 1 \quad J / D_t = 1/12$$

$$L / D_a = 1/4 \quad H / D_t = 1$$

Dimana :

$$D_t = \text{Diameter tangki} = 17,485 \text{ ft}$$

$$D_a = \text{Diameter impeller} = D_t / 3 = 5,828 \text{ ft} = 69,939 \text{ in}$$

$$W = \text{Lebar blade} = D_a / 5 = 1,166 \text{ ft}$$

$$L = \text{Panjang Blade} = D_a / 4 = 1,457 \text{ ft}$$

$$J = \text{Lebar baffle} = D_t / 12 = 1,457 \text{ ft}$$

$$E = \text{tnggi impeller dari dasar tangki} = 5,828 \text{ ft}$$

Menghitung Power pengaduk :

Kecepatan umum untuk pengaduk turbin 9V) = 200 ~ 250 m/min (Joshi, hal 389)

Ditetapkan : $V = 240 \text{ m/min} = 4 \text{ m/det} = 13,123 \text{ ft/det}$

Kecepatan angular (ω) = $V/r_a = 2\pi N / 60$

$$\begin{aligned} N &= \frac{60 \cdot V}{2\pi r_a} = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D_a} \\ &= \frac{60 \times 4}{\pi \times 5,828} = 13,102 \text{ rpm} = 0,218 \text{ rps} \end{aligned}$$

$$\mu_m = \mu_{liquid} ((1 + 0,5 \cdot q_s) / (1 - q_s)^4) \quad (\text{Perry's Handbook, ed. 4, hal 3-329})$$

dimana :

μ_m = Viskositas campuran

μ_{sg} = Viskositas liquid (1 cps = 2,42lb/ft. jam)

q_s = Volume farksi solid



Basis : 15 menit

$$\text{Jumlah total liquid} = 344419,6 \text{ lb}$$

$$\text{Densitas campuran} = 78,034 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Volume solid} = 15,017 / 78,034 = 0,192 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume fraksi solid} = 0,192 / 4413,627 = 0,00004 \text{ ft}^3$$

$$\mu_m = 3,39768 \cdot \left[(1 + (0,5 \times 0,00004)) / (1 - 0,00004)^4 \right]$$

$$= 3,3978 \text{ lb/ft.jam}$$

$$= 1,404 \text{ cps}$$

$$N_{re} = \frac{Da^2 N \rho}{\mu_m} = \frac{3,156 \times 0,218 \times 1249,988}{1,404} = 613,542$$

Dari fig. 3.4-4 Geankoplis (*"Transport Process and Unit Operation"*) diperoleh :

$$\text{Harga } N_p = 5$$

Menghitung power pengaduk

$$P = \frac{N_p \times N^2 \times Da^5 \times \rho}{g_c \times 550}$$

$$= 5 \times 0,0104 \times 17,693 \times 1249,988$$

$$= 1151,492 \text{ J/s} = 1,54 \text{ HP}$$

Dengan power Losses = 10 % P (*M. P. Joshi, hal 399*)

$$= 0,1 \times 1,544$$

$$= 0,154$$

$$P_{\text{input}} = 0,154 + 1,544$$

$$= 1,699 \text{ HP}$$



$$\begin{aligned}\text{Transmission sistem losses} &= 20 \% P \\ &= 0,2 \times 1,699 \\ &= 0,340 \\ P_{\text{input}} &= 2,038 + 0,340 \\ &= 2,378 \text{ HP}\end{aligned}$$

Jadi tenaga yang digunakan untuk menggerakkan pengaduk = 2,378 HP

Maka digunakan motor pengaduk dengan daya = 3 HP.

4.1.5. Filtrasi.

Proses filtrasi merupakan proses penyaringan air dari partikel – partikel koloid melalui media berbutir yang porous. Pada perencanaan ini digunakan rapid sand filter yang berfungsi untuk menyaring flok – flok halus dari hasil proses flokulasi dengan maksud untuk memperbaiki kualitas air baku. Proses filtrasi dilakukan dengan melewati air baku melalui media berpori tertentu. Pada perencanaan ini, media digunakan adalah dual media (antrasit dan pasir) dengan sistem constant rate. Penggunaan dual media ini didasarkan pada :

- Menghindari penyumbatan (clogging) yang terlalu cepat.
- Efektifitas lapisan filter sudah diacapai.
- Headloss dapat diminimalkan.

Pada filter ini, pencucian karena adanya penyumbatan dilakukan dengan tetap menyangga agar media tetap terstratifaksi dengan antrasit pada bagian atas dan pasir pada bagian bawah. Hal ini diatur dengan adanya berat jenis media yang



berbeda. Antrosit memiliki berat jenis yang lebih kecil disbanding pasir, sehingga setelah dibackwash posisi antrosit tetap dibagian atas.

- Kriteria desain pada filter, meliputi :

a) Bak Filter.

- area berkisar $20 \sim 40 \text{ m}^2$
- rasio P : L bak = $1,5 \sim 2 : 1$
- tinggi air diatas media = $1,5 \sim 3 \text{ m}$
- free board $20 \sim 45 \text{ cm}$
- kecepatan filtrasi $4 \sim 8 \text{ m/jam}$
- harus > 2 filter.

b) Backwashing.

- waktu bachwash (t_{bw}) = $10 \sim 25$ menit
- kecepatan backwash = $25 \sim 37 \text{ m/jam}$
- tekanan backwash = $1 \sim 2 \text{ atm}$
- debit backwash (Q_{bw}) = $1 \% \sim 6 \% \cdot \phi \text{ m}^3/\text{det}$
- periode pencucian $12 \sim 72 \text{ jam}$

c) Underdrain.

- luas media : luas lateral = $(1,5 \sim 5) \cdot 10^{-3} : 1$
- luas manifold : luas lateral = $1,5 \sim 3 : 1$
- luas lateral : luas orifice = $2 \sim 4 : 1$
- diameter orifice = $0,6 \sim 2$
- jarak antar orifice = $1,5 \sim 3 \text{ m}$



- kecepatan maksimal di manifold (V_m) = 0,35 ~ 0,6 m/det
- kecepatan maksimal dilateral (V_l) = 0,2 ~ 0,5 m/det
- size opening laterala = 6 ~ 12 mm
- sapsing anantara lateral 7,5 cm untuk opening sebesar 6mm dan 20 cm untuk opening sebesar 12 mm

d) Gutter

- lebar gutter = 2 ft
- jarak gutter antar tepi = 4 ~ 6 ft

e) Headloss (h_L) = 0,3 ~ 2,0 m

f) Media Filter

1) media pasir :

- tebal (L) = 60 ~ 75 cm
- ukuran butir (d) = 0,5 ~ 2,0 mm
- spesifik gravity (s_g) = 2,55 ~ 2,65
- efectife size (E_s) \geq 0,45 mm
- uniform coefisien (UC) \leq 1,5

2) media antrasit :

- L = 25 ~ 30 cm
- D = 0,5 ~ 1,9 mm
- UC < 1,5
- $E_s \geq$ 0,4
- S_g = 1,4 ~ 1,65



3) tebal media filter = 1 m

4) media penyangga :

- tebal (L) = 30 ~ 60 cm
- ukuran media (d) = 0,3 ~ 6,0 cm
- specific gravity (s_s) = 2,55 ~ 2,65

5) slope filter ke outlet = 1 : 200

(Sumber : Al-Jayla, M.A ; Water Supply Enggineering Design)

- Perhitungan Filter.

Test analisa ayakan dan media dilakukan untuk menentukan gradasi dan media filter yang digunakan. Adapun hasil analisa terhadap stock media yang digunakan ditabelkan pada tabel 4. 1 berikut :

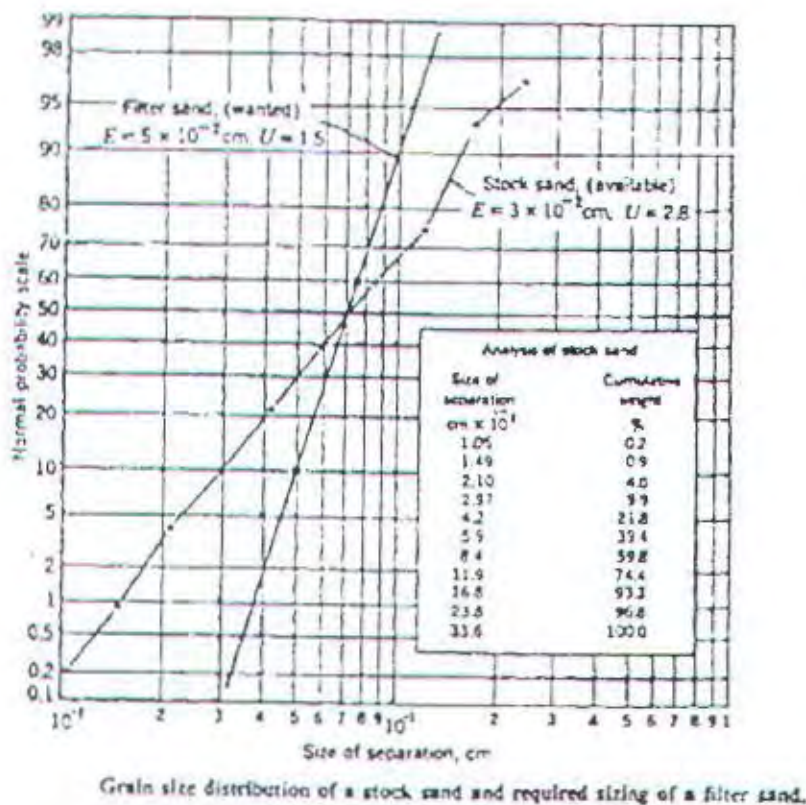
Tabel 4. 1. Hasil Analisa Ayakan

| Nomor Ayakan | Diameter media (10^{-2} cm) | % media tertahan | % kumulatif media tertahan | % kumulatif media lolos |
|--------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| 6 | 33,6 | 0 | 0 | 100 |
| 8 | 23,8 | 3,2 | 3,2 | 96,8 |
| 12 | 16,8 | 3,5 | 6,7 | 93,3 |
| 16 | 11,9 | 18,9 | 25,6 | 74,4 |
| 20 | 8,4 | 14,6 | 40,2 | 59,8 |
| 30 | 5,9 | 20,4 | 60,6 | 39,4 |
| 40 | 4,2 | 17,6 | 78,2 | 21,8 |
| 50 | 2,97 | 11,9 | 90,1 | 9,9 |
| 70 | 2,1 | 5,9 | 96,0 | 4,0 |
| 100 | 1,49 | 3,1 | 99,1 | 0,9 |
| 140 | 1,05 | 0,7 | 99,8 | 0,2 |

Sumber : Fair & Geyer : Water and Wastewater Engineering , Volume 2



Selanjutnya hasil test analisa ayakan dan media tersebut (tabel 4.1) diplotkan pada grafik "stock pasir dan pasir yang diinginkan", dimana untuk diameter butir pada sumbu x dan prosentase ayakan yang lolos pada sumbu y, seperti pada grafik 4.1 dibawah ini :



Grafik 4.1. Stock pasir dan pasir yang diinginkan

Sumber : Fair & Geyer : *Water and Wastewater Engineering* , Volume 2

Disamping test analisa ayakan juga perlu dilakukan filter breakthrough test (analisa pilot plant) untuk menentukan :

- Waktu pencucian.
- Kebutuhan air filtrasi
- Efisiensi filter
- Rate filtrasi



$$\begin{aligned}P_{\text{too fine}} &= (\%D_{10}) - (0,1 \cdot P_{\text{usable}}) \\&= 30 \% - (0,1 \times 50 \%) \\&= 25 \%\end{aligned}$$

% stock pasir kasar ($P_{\text{too coarse}}$)

$$\begin{aligned}P_{\text{too coarse}} &= (P_{\text{usable}} + P_{\text{too fine}}) \\&= (50 + 25) \% \\&= 75 \%\end{aligned}$$

dari stock pasir yang ada, pasir yang dapat digunakan adalah pasir yang terdapat diantara $P_{\text{too fine}}$ dan $P_{\text{too coarse}}$

dank arena didapatkan :

$$P_{\text{too fine}} = 25 \% \rightarrow \phi \text{ pasir} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

$$P_{\text{too coarse}} = 75 \% \rightarrow \phi \text{ pasir} = 12 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

Maka diameter pasir yang digunakan untuk filter adalah $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm} < \phi \text{ pasir} < 12 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$

Prosentase fraksi pasir yang digunakan secara lengkap ditabelkan pada tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Fraksi Pasir Yang Digunakan

| Diameter (10^{-2} cm) | % Berat | % Fraksi terhadap stock | % Fraksi media filter |
|-----------------------------|---------|----------------------------|--------------------------|
| 4,5 | 25 | 14,4 | 28,8 |
| 5,9 | 39,4 | 20,4 | 40,8 |
| 8,4 | 59,8 | 14,6 | 29,2 |
| 11,9 | 74,4 | 0,6 | 1,2 |
| 12 | 75 | 50 | 100 |

Tebal media filter direncanakan 100 cm, supaya tujuan filter deep media dapat tercapai untuk removel partikel terlarut (TSS) (Sank, 1978)



B. Media Antrasit

Rapid sand filter yang direncanakan ialah dual media (antrasit dan pasir), sehingga 28,8 % media pasir teratas diganti dengan media antrasit. Dan diameter pasir yang diganti dengan antrasit adalah $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm} < \phi \text{ pasir} < 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$.

Jadi diameter media antrosit pengganti :

$$da = dp \frac{\Psi_p}{\Psi_a} \sqrt{\frac{\rho_p - \rho}{\rho_a - \rho}}$$

dimana : da = diameter antrosit

dp = diameter pasir ($4,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$ dan $5,9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$)

Ψ_p = shape factor pasir = 0,8

Ψ_a = shape factor antrosit = 0,7

ρ_p = densitas pasir = 2,65

ρ_a = densitas antrosit = 1,5

ρ = densitas air = 1,25

maka :

untuk $dp = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$

$$da = (4,5 \cdot 10^{-2}) \left(\frac{0,8}{0,7} \right) \left(\frac{2,65 - 1}{1,5 - 1,25} \right)^{0,5} = 0,0934 \text{ cm}$$

untuk $dp = 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$

$$da = (5,9 \cdot 10^{-2}) \left(\frac{0,8}{0,7} \right) \left(\frac{2,65 - 1}{1,5 - 1,25} \right)^{0,5} = 0,1225 \text{ cm}$$

dengan demikian media antrosit pengganti adalah $0,0934 \text{ cm} \sim 0,1225 \text{ cm}$



dan selanjutnya media yang digunakan pada filter dual media ditabelkan pada tabel 4.3 berikut,

Tabel 4.3 Media yang digunakan pada filter

| Media | Diameter (10^{-2} cm) | Tebal (cm) | % Fraksi |
|----------|--------------------------|------------|----------|
| Antrosit | 9,34 ~ 12,25 | 28,8 | 100 |
| Pasir | 5,9 ~ 8,4 | 40,8 | 57,3 |
| | 8,4 ~ 11,9 | 29,2 | 41,01 |
| | 11,9 ~ 12,0 | 1,2 | 1,69 |
| | | 71,2 | 100 |

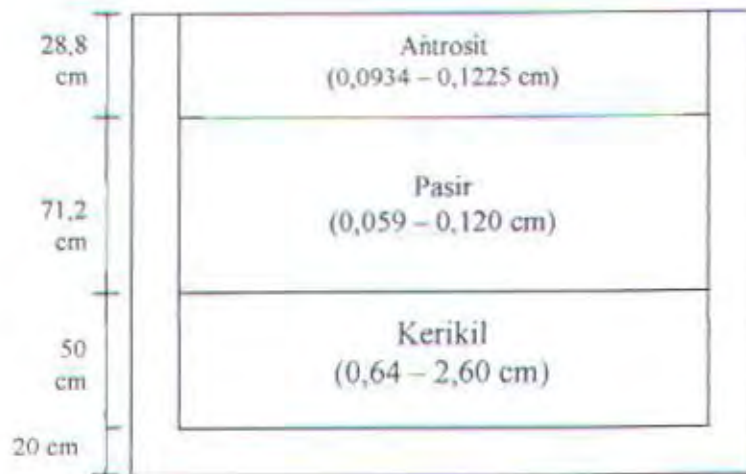
C. Media Penyangga

Media penyangga yang digunakan berupa kerikil dengan tebal media direncanakan 50 cm. Adapun media penyangga yang digunakan pada rapid sand filter ini ditabelkan pada tabel 4.4 berikut ;

Tabel 4.4 Media penyangga yang digunakan pada filter

| Media Penyangga | Diameter (cm) | Tebal Media (cm) | % Fraksi |
|-----------------|---------------|------------------|----------|
| Kerikil | 0,64 ~ 1,27 | 12,5 | 25 |
| | 1,27 ~ 1,90 | 17 | 34 |
| | 1,90 ~ 2,60 | 20,5 | 41 |
| | | 50 | 100 |

Sehingga skema media filter keseluruhan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Media Filter

- Dimensi Bak Filter.

Direncanakan :

- debit (Q) = $4,55 \text{ m}^3/\text{det}$
- rate filtrasi (V_f) = $7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{jam}$

jumlah bak filter (n)

$$n = 2 \times (Q)^{0,5}$$
$$= 2 \times (4,55)^{0,5} = 4,26 = 5 \text{ bak}$$

$$Q_{\text{tiap bak}} = 4,55 / 5 = 0,91 \text{ m}^3/\text{det} \approx 3276 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Luas bak (A)

$$A = \frac{Q}{V_f} = \frac{3276 \cdot \text{m}^3 / \text{jam}}{7 \cdot \text{m}^3 / \text{m}^2 \text{jam}} = 126 \text{ m}^2$$

Ratio $P : L = 2 : 1$

$$A = P \times L$$



$$126 = 2L^2 \rightarrow L = 7,9 \text{ m}$$

$$P = 2 \times 7,9 \text{ m} = 15,8 \text{ m}$$

Kontrol saat 1 bak dicuci

$$- \sum \text{bak} = 4 \text{ buah}$$

$$- Q_{\text{bak}} = \frac{4,55}{4} = 1,13 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$- V_F \text{ bak} = \frac{1,13}{126} = 8,96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{det} \approx 32,25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{jam}$$

Tinggi bak filter

H = tebal total (antrosit + pasir + kerikil) + tinggi air diatas media + freboard

$$= (28,8 + 71,2 + 50 + 150 + 30) \text{ cm}$$

$$= 330 \text{ cm} \approx 3,3 \text{ m}$$

- Headloss media filter saat bersih dan clogging

a) Headloss media filter saat bersih

Rumus yang digunakan :

$$\frac{H_f}{L} = k \frac{v}{g} \frac{(1-f)^2}{f^3} \left(\frac{6}{\Psi} \right)^2 \sum \left(\frac{P_i}{d_i^2} \right)$$

dimana :

- $k = 5$
- $v (30^\circ\text{C}) = 0,8774 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{det}$
- $g = 981 \text{ cm}/\text{dt}^2$
- untuk media antrosit : $f = 0,48$

$$\psi = 0,7$$





media pasir : $f = 0,4$

$$\psi = 0,8$$

media kerikil : $f = 0,38$

$$\psi = 0,98$$

- saat semua (5 bak) filter beroperasi: $V_F = 7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{jam}$
 $= 1,94 \cdot 10^{-3} \text{ m/det}$

- saat 4 bak filter beroperasi : $V_F = 32,25 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{jam}$
 $= 8,96 \cdot 10^{-3} \text{ m/det}$

perhitungan headloss untuk media antrosit saat bersih adalah ;

$$H_f = 5 \frac{(0,8774 \cdot 10^{-2})}{981} (0,194) \frac{(1-0,48)^2}{(0,48)^3} \left(\frac{6}{0,7} \right)^2 \times 87,34 \times 28,8 = 2,81 \text{ cm}$$

dan hasil perhitungan secara lengkap headloss melalui media bersih untuk 5 unit filter yang beroperasi ditabelkan pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5. Headloss media bersih untuk 5 filter operasi

| Media | Daimeter (10^{-2}) | %Fraksi (pi) | Geometric Mean (di) | (pi/di ²) | Σ (pi/di ²) | Tebal media | Headloss (cm) |
|----------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|
| Antrasit | 9,34 12,25 | 100 | 10,7 | 87,34 | 87,34 | 28,8 | 2,81 |
| Pasir | 5,9 8,4 11,9 12,0 | 57,3 41,01 1,69 | 7,03 10,0 11,95 | 115,61 41,01 1,18 | 157,8 | 40,8 29,2 1,2 | 22,10 |
| Total | | 100 | | | | 71,2 | |
| Kerikil | 64 127 | 25 34 | 90,16 155,34 | 0,31 0,14 | 0,53 | 12,5 17,0 | 0,043 |



| | | | | | | | |
|-------|-----|-----|--------|------|--|------|--|
| | 190 | 41 | 222,26 | 0,08 | | 20,5 | |
| | 260 | | | | | | |
| Total | | 100 | | | | 50 | |

Jadi h_f total = $(2,81 + 22,10 + 0,043)$ cm = 24,953 cm

Untuk itu, dengan cara yang sama dapat dihitung headloss melalui media bersih untuk 4 bak filter yang beroperasi dengan analisa berikut ;

Tabel 4.6 Headloss media bersih untuk 4 filter beroperasi

| Media | Headloss (h_f), (cm) |
|----------|--------------------------|
| Antrasit | 2,97 |
| Pasir | 23,37 |
| Kerikil | 0,046 |

Jadi h_f total saat 1 bak dicuci (4 bak beroparsi) adalah :

$$= (2,97 + 23,37 + 0,046)$$
 cm = 26,386 cm

b) Headloss media filter saat clogging

Clogging terjadi saat porositas (f) = f saat bersih x $(0,6 \sim 0,8)$

Dalam perencanaan ini diambil 0,7

Jadi untuk media antrosit ; $f = 0,48 \times 0,7 = 0,336$

$$\Psi = 0,7$$

media pasir ; $f = 0,4 \times 0,7 = 0,28$

$$\Psi = 0,8$$

media kerikil ; $f = 0,38 \times 0,7 = 0,266$

$$\Psi = 0,98$$

Rate filtrasi (V_F) = $4 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{jam} = 0,194 \text{ cm/det}$



dengan cara yang sama seperti perhitungan headloss media filter saat bersih, maka akan diperoleh headloss saat terjadi sebagai berikut :

Headloss media antrosit

$$\frac{H_f}{28,8} = \frac{5 \times (0,8774 \cdot 10^{-2})}{981} \times 0,194 \times \frac{(1 - 0,336)^2}{(0,336)^3} \times \left(\frac{6}{0,7}\right)^2 \times 87,34$$

$$H_f = 13,35 \text{ cm}$$

Headloss media pasir

$$\frac{H_f}{71,2} = \frac{5 \times (0,8774 \cdot 10^{-2})}{981} \times 0,194 \times \frac{(1 - 0,28)^2}{(0,28)^3} \times \left(\frac{6}{0,8}\right)^2 \times 157,8$$

$$H_f = 92,77 \text{ cm}$$

Headloss media kerikil

$$\frac{H_f}{50} = \frac{5 \times (0,8774 \cdot 10^{-2})}{981} \times 0,194 \times \frac{(1 - 0,226)^2}{(0,226)^3} \times \left(\frac{6}{0,98}\right)^2 \times 0,53$$

$$H_f = 0,18 \text{ cm}$$

Jadi H_f total saat clogging = $(13,35 + 92,77 + 0,18) \text{ cm} = 106,3 \text{ cm}$

- Sistem Backwash

a) Kontrol Intermixing (pencampuran)

Setelah backwash, kemungkinan dapat terjadi pencampuran antara pasir dan antrosit, karena itu untuk mengetahui apakah terjadi pencampuran atau tidak, maka perlu dilakukan pengecekan.

Adapun syarat kedua media terpisah (tidak terjadi intermixing) adalah bila :

V_s antrosit pada θ terbesar < V_s pasir pada θ terkecil

Persamaan rumus yang digunakan :



$$V_s = \left[\frac{4}{3} \frac{g(s_g - 1)}{C_D} dp \right]^{0,5}, \text{ dimana } C_D = b / Nre^n$$

dengan $b = 18,5$

$$n = 0,6$$

$$Nre = \frac{\Psi \cdot V_s \cdot dp}{\nu}$$

dengan menggabung ketiga persamaan tersebut diatas, didapat persamaan sebagai berikut :

$$V_s^2 = \frac{4}{3} \times g \times \frac{(s_g - 1)}{b} \times \left[\frac{\Psi \cdot V_s \cdot dp}{\nu} \right]^n \times dp$$

media antrosit

$$g = 981 \text{ cm/dt}^2$$

$$s_g = 1,5$$

$$\Psi = 0,7$$

$$dp = 0,1225$$

$$\nu (26^\circ\text{C}) = 0,8774 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{dt}$$

$$V_s^2 = \frac{4}{3} \times 981 \times \frac{(1,5 - 1)}{18,5} \times \left[\frac{0,7 \cdot 0,1225 \cdot V_s}{0,8774 \cdot 10^{-2}} \right]^{0,6} \times 0,1225$$

$$V_s^{1,4} = 17,00450553$$

$$V_s = 7,57 \text{ cm/dt} \approx 0,0757 \text{ m/dt}$$

Media pasir

$$s_g = 2,65$$

$$\Psi = 0,8$$



$$dp = 0,059$$

$$V_s^2 = \frac{4}{3} \times 981 \times \frac{(2,65-1)}{18,5} \times \left[\frac{0,8 \cdot 0,059 \cdot V_s}{0,8774 \cdot 10^{-2}} \right]^{0,6} \times 0,059$$

$$V_s^{1,4} = 18,88941867$$

$$V_s = 8,16 \text{ cm/dt} \approx 0,0816 \text{ m/dt}$$

Dengan demikian :

V_s antrasit pada θ terbesar < V_s pasir pada θ terkecil

$$7,57 \text{ cm/dt} < 8,16 \text{ cm/dt}$$

b) Kecepatan backwash

Kecepatan mengendap dari pasir dengan diameter terbesar digunakan untuk menentukan kecepatan backwash media filter, artinya dengan kecepatan ini maka semua media filtrasi akan mengalami pencucian

V_s media pasir dengan θ terbesar = 0,12 cm

$$V_s^2 = \frac{4}{3} \times 981 \times \frac{(2,65-1)}{18,5} \times \left[\frac{0,8 \cdot 0,12 \cdot V_s}{0,8774 \cdot 10^{-2}} \right]^{0,6} \times 0,12$$

$$V_s^{1,4} = 58,82275588$$

$$V_s = 18,36 \text{ cm/dt}$$

V_{backwash}

$$V_{bw} \geq V_s f^{4,5}$$

$$\geq 18,36 \times (0,4)^{4,5}$$

$$\geq 0,297 \text{ cm/dt}$$

jadi direncanakan $V_{bm} = 0,3 \text{ cm/dt}$



c) Ekspansi Media Filter

Rumus – rumus yang digunakan adalah :

- ✓ Porositas ekspansi (f_e)

$$f_e = \left(\frac{V_{up}}{V_s} \right)^{0,22}$$

- ✓ Tinggi media terekspansi (L_e)

$$L_e = L_i (1 - f) \sum (p_i / 1 - f_e)$$

- ✓ Headloss media terekspansi (H_f)

$$H_f = L_e (1 - f_e)(s_p - 1)$$

- ✓ $Nre = \frac{\Psi \cdot V_s \cdot d}{\nu}$

perhitungan ekspansi media antrosit aialah sebagai berikut :

$$V_s^2 = \frac{4}{3} \times 981 \times \frac{(1,5 - 1)}{18,5} \times \left[\frac{0,7 \cdot 0,107 \cdot V_s}{0,8774 \cdot 10^{-2}} \right]^{0,6} \times 0,107$$

$$V_s = 6,61 \text{ cm/dt}$$

$$f_e = \left(\frac{0,3}{6,61} \right)^{0,22} = 0,51$$

$$\frac{P_i}{(1 - f_e)} = \frac{1}{(1 - 0,51)} = 2,04$$

$$L_e = 28,8 \times (1 - 0,48) \times 2,04 = 30,55 \text{ cm}$$

$$H_f = 30,55 \times (1 - 0,51) \times (1,5 - 1) = 7,48 \text{ cm}$$

$$Nre = \frac{0,7 \cdot 6,61 \cdot 0,107}{0,8774 \cdot 10^{-2}} = 56,43$$



d) Kontrol Ekspansi Media Penyangga

Syarat ekspansi : $V_{up} > V_s \cdot f^{4,5}$

Dimana :

$$f = 0,38$$

$$\Psi = 0,98$$

$$\theta \text{ terkecil} = 0,64$$

$$v (26^\circ\text{C}) = 0,8774 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{dt}$$

$$V_s^2 = \frac{4}{3} \times 981 \times \frac{(2,65 - 1)}{18,5} \times \left[\frac{0,98 \cdot 0,64 \cdot V_s}{0,8774 \cdot 10^{-2}} \right]^{0,6} \times 0,64$$

$$V_s^{1,4} = 967,4420166$$

$$V_s = 135,7 \text{ cm/dt}$$

Maka :

$$V_{up} \geq 135,7 \times (0,38)^{4,5}$$

$$\geq 1,74 \text{ cm/dt}$$

$$V_{bw} = 0,3 \text{ cm/dt}$$

Karena $V_{up} > V_{bw}$, maka media penyangga tidak terjadi ekspansi

Headloss media penyangga saat backwash :

$$H_{f_{mp}} = 2 \times h_f \text{ gravel saat bersih}$$

$$= 2 \times 0,043 \text{ cm}$$

$$= 0,086 \text{ cm}$$

jadi headloss total media filter saat backwash :

$$= (7,48 + 70,72 + 0,086) \text{ cm}$$

$$= 79,296 \text{ cm}$$



e) Kapasitas Air Backwash

Debit air backwash (Q_{bw})

$$\begin{aligned}Q_{bw} &= A \times V_{bw} \\&= 126 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ cm/dt} \times 10^{-2} \text{ m/cm} \times 86400 \text{ det/hari} \\&= 32659,2 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,378 \text{ m}^3/\text{det}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume filtrasi dalam 1 hari} &= Q \times t_d \\&= 15120 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\&= 15120 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Volume air backwash (vol._{bw})

$$\begin{aligned}\text{Volume backwash} &= 1 \% \times \text{volume filtrasi} \\&= 1 \% \times 15120 \text{ m}^3 \\&= 151,20 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Waktu operasi backwash (t_{bw})

$$t_{bw} = \frac{\text{Vol.}_{bw}}{Q_{bw}} = \frac{151,2 \cdot \text{m}^3}{0,378 \cdot \text{m}^3/\text{det}} = 400 \text{ detik} \approx 6,7 \text{ menit}$$

4. 2. Analisa Hasil Perencanaan.

4. 2. 1. Kebutuhan Pompa Untuk Mendukung Sistem

✓ Pompa dari graving dock ke OWS (oil water separator)

Perhitungan dan Pemilihan Pompa

| No. | Item | Rumus/Sumber | Hasil | Unit |
|-----|------------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. | Kapasitas Pompa | Q | $Q = \frac{1000}{3600} = 0,27$ | $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ |
| 2. | Kecepatan Aliran | V | 4 | $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ |



| | | | | | |
|-----|-----------------------------------|--|--|------|------------------|
| 3. | Panjang Pipa | L | Suction | 6,3 | m |
| | | | Discharge | 65,2 | |
| 4. | Diameter Pipa | D | $A = \frac{Q}{V} = \frac{0,27}{4} = 0,0675$ $0,0675 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $d = 0,29 \text{ m}$ $\phi \text{ pipa dipasaran} = 12 \text{ inch}$ | | m |
| 5. | Viskositas Kinematis | ν | $1,9 \times 10^{-6}$ | | |
| 6. | Reynold Number | $Rn = \frac{v \cdot d}{\nu}$ | $Rn = \frac{4 \times 0,3}{1,9 \cdot 10^{-6}}$ $= 6,31 \times 10^5$ | | |
| 7. | ϵ/D | Grafik nilai kekasaran relatif pipa | 0,04 | | |
| 8. | Friction factor | Grafik faktor gesekan relatif pipa tertentu | 0,015 | | |
| 9. | Head Pressure | H_p | 0 | | N/m ² |
| 10. | Head Statis | H_s | 9,2 | | m |
| 11. | Head Velocity | H_v | 0 | | m |
| 12. | Head loss mayor pada suction | $H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$ | $H_f = 0,015 \times \frac{6,3}{0,3} \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8}$ $= 0,34$ | | m |
| 13. | Nilai Kekasaran pada suction (k) | Elbow 90° | 1 x 0,5 | 0,5 | |
| | | Nonreturn Valve | 1 x 2 | 2 | |
| | | Strainer | 1 x 1,15 | 1,15 | |
| | | Gate valve | 1 x 0,5 | 0,5 | |
| | | Total (k) _{suction} | 4,15 | | |
| 14. | Head loss minor pada suction | $H_f = k \times \frac{v^2}{2g}$ | $H_l = 4,15 \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8} = 3,38$ | | m |
| 15. | Head loss total pada suction | $H_{l_{tot}} = H_{f_{may}} + H_{f_{min}}$ | $H_l = 0,34 + 3,38 = 3,72$ | | m |
| 16. | Head loss mayor pada discharge | $H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$ | $H_f = 0,015 \times \frac{65,2}{0,3} \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8}$ $= 3,54$ | | m |
| 17. | Nilai Kekasaran pada discharge(k) | Elbow 90° | 2 x 0,5 | 1 | |
| | | Gate valve | 2 x 0,5 | 1 | |
| | | Total (k) _{discharge} | 2 | | |



| | | | | |
|-----|--------------------------------|---|---|-------------------|
| 18. | Head loss minor pada discharge | $Hf = kx \frac{v^2}{2g}$ | $HI = 2 \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8} = 1,63$ | m |
| 19. | Head loss total pada discharge | $H_{tot} = Hf_{mv} + Hf_{ms}$ | $HI = 3,54 + 1,63 = 5,17$ | m |
| 20. | Head loss total | $H_{tot} = H_{suct} + H_{dis}$ | $HI_{tot} = 3,72 + 5,17 = 8,89$ | m |
| 21. | Total Dinamik Head | $TDH = Hs + Hv + Hp + HI$ | $TDH = 9,2 + 0 + 0 + 8,89 = 18,09$ | m |
| 22. | Water horse power | $WHP = TDH \times \rho \times g \times Q$ | $WHP = 18,09 \times 1249,9 \times 9,8 \times 0,27 = 59827,88$ | Watt |
| 23. | Effisiensi pompa | η_p | 0,7 | |
| 24. | Daya Pompa | $P_w = \frac{WHP}{\eta_p} \times 10^{-3}$ | $P_w = \frac{59827,88}{0,7} \times 10^{-3} = 85,47$ | KW |
| 25. | Effisiensi Motor | η_m | 0,8 | |
| 26. | Daya Motor | $P_n = \frac{P_w}{\eta_m}$ | $P_w = \frac{85,47}{0,8} = 106,83$ | KW |
| 27. | Pemilihan Pompa | Merk | Desmi | |
| | | Type | SL - 250 -330, A-C | |
| | | Kapasitas | 1000 | m ³ /h |
| | | Frekuensi | 50 | |
| | | Daya Motor | 110 | KW |

✓ Pompa dari OWS ke tangki netralisasi

Volume tangki netralisasi = 6305,181 ft³ = 178.5428 m³

Waktu pengisian = 15 menit

Kapasitas pompa $Q = \frac{178,5428}{15} = 11,9 \text{ m}^3/\text{menit}$

Perhitungan dan Pemilihan Pompa

| No. | Item | Rumus/Sumber | Hasil | Unit |
|-----|------------------|--------------|--|-----------------|
| 1. | Kapasitas Pompa | Q | $Q = \frac{11,9}{60} = 0,198$ | $\frac{m^3}{s}$ |
| 2. | Kecepatan Aliran | V | 4 | $\frac{m}{s}$ |
| 3. | Panjang Pipa | L | Suction Discharge | m |
| | | | 5,06 11,34 | |
| 4. | Diameter Pipa | D | $A = \frac{Q}{V} = \frac{0,198}{4} = 0,0495$ | m |



| | | | | |
|-----|------------------------------------|--|---|----------------|
| | | | $0,0495 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $d = 0,25 \text{ m}$ $\phi \text{ pipa dipasaran} = 10 \text{ inch}$ | |
| 5. | Viskositas Kinematis | ν | $1,9 \times 10^{-6}$ | |
| 6. | Reynold Number | $Rn = \frac{v \cdot d}{\nu}$ | $Rn = \frac{4 \times 0,3}{1,9 \cdot 10^{-6}}$ $= 6,31 \times 10^5$ | |
| 7. | ϵ/D | Grafik nilai kekasaran relatif pipa | 0,04 | |
| 8. | Friction factor | Grafik faktor gesekan relatif pipa tertentu | 0,015 | |
| 9. | Head Pressure | H_p | 0 | N/m^2 |
| 10. | Head Statis | H_s | 6,8 | m |
| 11. | Head Velocity | H_v | 0 | m |
| 12. | Head loss mayor pada suction | $H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$ | $H_f = 0,015 \times \frac{5,06}{0,25} \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8}$ $= 0,33$ | m |
| 13. | Nilai Kekasaran pada suction (k) | Elbow 90° | 2 x 0,43 | 0,86 |
| | | Gate valve | 2 x 0,5 | 1 |
| | | Total (k) _{suction} | 1,86 | |
| 14. | Head loss minor pada suction | $H_f = k \cdot \frac{V^2}{2g}$ | $H_l = 1,86 \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8} = 1,52$ | m |
| 15. | Head loss total pada suction | $H_{l_{tot}} = H_{f_{my}} + H_{f_{nn}}$ | $H_l = 0,33 + 1,52 = 1,85$ | m |
| 16. | Head loss mayor pada discharge | $H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$ | $H_f = 0,015 \times \frac{11,34}{0,25} \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8}$ $= 0,74$ | m |
| 17. | Nilai Kekasaran pada discharge (k) | Elbow 90° | 2 x 0,43 | 0,86 |
| | | Gate valve | 2 x 0,5 | 1 |
| | | Total (k) _{discharge} | 1,86 | |
| 18. | Head loss minor pada discharge | $H_f = k \cdot \frac{V^2}{2g}$ | $H_l = 1,86 \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8} = 1,52$ | m |
| 19. | Head loss total pada discharge | $H_{l_{tot}} = H_{f_{my}} + H_{f_{nn}}$ | $H_l = 0,74 + 1,52 = 2,26$ | m |
| 20. | Head loss total | $H_{l_{tot}} = H_{l_{suct}} + H_{l_{dis}}$ | $H_{l_{tot}} = 1,85 + 2,26 = 4,11$ | m |
| 21. | Total Dinamik Head | $TDH = H_s + H_v + H_p + H_l$ | $TDH = 6,8 + 0 + 0 + 4,11$ $= 10,91$ | m |



| | | | | |
|-----|-------------------|---|--|-------------------|
| 22. | Water horse power | $WHP = TDH \times \rho \times g \times Q$ | $WHP = 10,91 \times 1249,9 \times 9,8 \times 0,198 = 26460,09$ | Watt |
| 23. | Effisiensi pompa | η_p | 0,7 | |
| 24. | Daya Pompa | $P_w = \frac{WHP}{\eta_p} \times 10^{-3}$ | $P_w = \frac{26460,09}{0,7} \times 10^{-3} = 37,8$ | KW |
| 25. | Effisiensi Motor | η_m | 0,8 | |
| 26. | Daya Motor | $P_n = \frac{P_w}{\eta_m}$ | $P_n = \frac{37,8}{0,8} = 47,25$ | KW |
| 27. | Pemilihan Pompa | Merk | Desmi | |
| | | Type | SL - 250 - 330, A-C | |
| | | Kapasitas | 1000 | m ³ /h |
| | | Frekuensi | 50 | |
| | | Daya Motor | 74,5 | KW |

✓ Pompa dari tangki netralisasi ke tangki flokulasi

Volume tangki flokulasi = 6305,181 ft³ = 178,5428 m³

Waktu pengisian = 15 menit

Kapasitas pompa $Q = \frac{178,5428}{15} = 11,9 \text{ m}^3/\text{menit}$

Perhitungan dan Pemilihan Pompa

| No. | Item | Rumus/Sumber | Hasil | Unit |
|-----|----------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|
| 1. | Kapasitas Pompa | Q | $Q = \frac{11,9}{60} = 0,198$ | $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ |
| 2. | Kecepatan Aliran | V | 4 | $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 3. | Panjang Pipa | L | Suction: 1,86 Discharge: 11,34 | m |
| 4. | Diameter Pipa | D | $A = \frac{Q}{V} = \frac{0,198}{4} = 0,0495$ $0,0495 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $d = 0,25 \text{ m}$ $\phi \text{ pipa dipasaran} = 10 \text{ inch}$ | m |
| 5. | Viskositas Kinematis | ν | $1,9 \times 10^{-6}$ | |
| 6. | Reynold Number | $Rn = \frac{v \times d}{\nu}$ | $Rn = \frac{4 \times 0,3}{1,9 \cdot 10^{-6}}$ | |



| | | | | |
|-----|-----------------------------------|---|-------------------------|---------|
| | | | $= 6,31 \times 10^{-5}$ | |
| 7. | ϵ/D | Grafik nilai kekasaran relatif pipa | 0,04 | |
| 8. | Friction factor | Grafik faktor gesekan relatif pipa tertentu | 0,015 | |
| 9. | Head Pressure | H_p | 0 | N/m^2 |
| 10. | Head Statis | H_s | 0 | m |
| 11. | Head Velocity | H_v | 0 | m |
| 12. | Head loss mayor pada suction | $H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$ $H_f = 0,015 \times \frac{1,86}{0,25} \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8}$ $= 0,12$ | | m |
| 13. | Nilai Kekasaran pada suction (k) | Gate valve $1 \times 0,5$ | 0,5 | |
| | | Total (k) _{suction} | 0,5 | |
| 14. | Head loss minor pada suction | $H_f = k \times \frac{V^2}{2g}$ $H_f = 0,5 \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8} = 0,4$ | | m |
| 15. | Head loss total pada suction | $H_{tot} = H_{f_{may}} + H_{f_{min}}$ $H_f = 0,12 + 0,4 = 0,52$ | | m |
| 16. | Head loss mayor pada discharge | $H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$ $H_f = 0,015 \times \frac{11,34}{0,25} \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8}$ $= 0,74$ | | m |
| 17. | Nilai Kekasaran pada discharge(k) | Elbow 90° $2 \times 0,43$ | 0,86 | |
| | | Gate valve $2 \times 0,5$ | 1 | |
| | | Total (k) _{discharge} | 1,86 | |
| 18. | Head loss minor pada discharge | $H_f = k \times \frac{V^2}{2g}$ $H_f = 1,86 \times \frac{(4)^2}{2 \times 9,8} = 1,52$ | | m |
| 19. | Head loss total pada discharge | $H_{tot} = H_{f_{may}} + H_{f_{min}}$ $H_f = 0,74 + 1,52 = 2,26$ | | m |
| 20. | Head loss total | $H_{tot} = H_{suct} + H_{dis}$ $H_{tot} = 0,52 + 2,26 = 2,78$ | | m |
| 21. | Total Dinamik Head | $TDH = H_s + H_v + H_p + H_l$ $TDH = 0 + 0 + 0 + 3 = 3$ | | m |
| 22. | Water horse power | $WHP = TDH \times \rho \times g \times Q$ $WHP = 3 \times 1249,9 \times 9,8 \times 0,198 = 7275,18$ | | Watt |
| 23. | Effisiensi pompa | η_p | 0,7 | |
| 24. | Daya Pompa | $P_w = \frac{WHP}{\eta_p} \times 10^{-3}$ $P_w = \frac{7275,18}{0,7} \times 10^{-3} = 10,39$ | | KW |
| 25. | Effisiensi Motor | η_m | 0,8 | |
| 26. | Daya Motor | $P_n = \frac{P_w}{\eta_m}$ $P_n = \frac{10,39}{0,8} = 12,98$ | | KW |



| | | | | |
|-----|-----------------|------------|---------------------|-------------------|
| 27. | Pemilihan Pompa | Merk | Desmi | |
| | | Type | SL – 250 – 330, A-C | |
| | | Kapasitas | 1000 | m ³ /h |
| | | Frekuensi | 50 | |
| | | Daya Motor | 74,5 | KW |

✓ Pompa dari tangki flokulasi ke bak filtrasi

Perhitungan dan Pemilihan Pompa

| No. | Item | Rumus/Sumber | Hasil | Unit |
|-----|----------------------------------|---|--|------------------|
| 1. | Kapasitas Pompa | Q | 0,91 | $\frac{m^3}{s}$ |
| 2. | Kecepatan Aliran | V | 7 | $\frac{m}{s}$ |
| 3. | Panjang Pipa | L Suction | 1,86 | M |
| | | Discharge | 4,54 | |
| 4. | Diameter Pipa | D | $A = \frac{Q}{V} = \frac{0,91}{7} = 0,13$ $0,13 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $d = 0,4 \text{ m}$ $\phi \text{ pipa dipasaran} = 16 \text{ inch}$ | M |
| 5. | Viskositas Kinematis | ν | $1,9 \times 10^{-6}$ | |
| 6. | Reynold Number | $Rn = \frac{vxd}{\nu}$ | $Rn = \frac{4 \times 0,3}{1,9 \cdot 10^{-6}}$ $= 6,31 \times 10^5$ | |
| 7. | ϵ/D | Grafik nilai kekasaran relatif pipa | 0,04 | |
| 8. | Friction factor | Grafik faktor gesekan relatif pipa tertentu | 0,015 | |
| 9. | Head Pressure | H_p | 0 | N/m ² |
| 10. | Head Statis | H_s | -2,3 | m |
| 11. | Head Velocity | H_v | 0 | m |
| 12. | Head loss mayor pada suction | $H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$ $H_f = 0,015 \times \frac{1,86}{0,4} \times \frac{(7)^2}{2 \times 9,8}$ $= 0,17$ | | m |
| 13. | Nilai Kekasaran pada suction (k) | Gate valve | 1 x 0,5 | |
| | | Total (k) _{suction} | 0,5 | |



| | | | | |
|-----|-----------------------------------|---|---|-------------------|
| 14. | Head loss minor pada suction | $Hf = kx \frac{v^2}{2g}$ | $HI = 0,5 \frac{(7)^2}{2 \times 9,8} = 1,25$ | m |
| 15. | Head loss total pada suction | $HI_{tot} = Hf_{my} + Hf_{nn}$ | $HI = 0,17 + 1,25 = 1,42$ | m |
| 16. | Head loss mayor pada discharge | $Hf = fx \frac{L}{D} x \frac{V^2}{2g}$ | $Hf = 0,015 x \frac{4,54}{0,4} x \frac{(7)^2}{2 \times 9,8} = 0,42$ | m |
| 17. | Nilai Kekasaran pada discharge(k) | Elbow 90° 2 x 0,43 | 0,86 | |
| | | Gate valve 2 x 0,5 | 1 | |
| | | Total (k) discharge | 1,86 | |
| 18. | Head loss minor pada discharge | $Hf = kx \frac{v^2}{2g}$ | $HI = 1,86 x \frac{(7)^2}{2 \times 9,8} = 4,65$ | m |
| 19. | Head loss total pada discharge | $HI_{tot} = Hf_{my} + Hf_{nn}$ | $HI = 0,42 + 4,65 = 5,07$ | m |
| 20. | Head loss total | $HI_{tot} = HI_{suct} + HI_{dis}$ | $HI_{tot} = 1,42 + 5,07 = 6,49$ | m |
| 21. | Total Dinamik Head | $TDH = Hs + Hv + Hp + HI$ | $TDH = -2,3 + 0 + 0 + 6,49 = 4,19$ | m |
| 22. | Water horse power | $WHP = TDH \times \rho \times g \times Q$ | $WHP = 4,19 \times 1249,9 \times 9,8 \times 0,91 = 46704,28$ | Watt |
| 23. | Effisiensi pompa | η_p | 0,7 | |
| 24. | Daya Pompa | $P_w = \frac{WHP}{\eta_p} \times 10^{-3}$ | $P_w = \frac{46704,28}{0,7} \times 10^{-3} = 66,72$ | KW |
| 25. | Effisiensi Motor | η_m | 0,8 | |
| 26. | Daya Motor | $P_n = \frac{P_w}{\eta_m}$ | $P_w = \frac{66,72}{0,8} = 83,4$ | KW |
| 27. | Pemilihan Pompa | Merk | Desmi | |
| | | Type | SL - 250 - 330, A-C | |
| | | Kapasitas | 1000 | m ³ /h |
| | | Frekuensi | 50 | |
| | | Daya Motor | 110 | KW |

4. 2. 2. Penurunan Konsentrasi Limbah

Tujuan utama dari perencanaan unit pengolahan limbah ini adalah menurunkan konsentrasi limbah yang ada sehingga kandungan limbah tersebut memenuhi kadar baku mutu air limbah yang boleh dibuang ke lingkungan (laut).



Dari hasil perencanaan unit pengolahan limbah diatas, secara teknis dapat dihitung penurunan konsentrasi limbah :

✓ Oil & Grease

Konsentrasi maksimum awal adalah 133 mg/l, sedangkan dari kemampuan OWS yang direncanakan adalah kurang dari 10 mg/l minyak yang tidak dapat dipisahkan, maka konsentrasi oil & grease keluar dari sistem adalah kurang dari 10 mg/l. Hal ini juga sesuai dengan kriteria yang dipersyaratkan oleh MARPOL 1973/1978 yaitu sebesar 15 mg/l.

✓ Zat padat.

Penurunan konsentrasi zat padat setelah proses filtrasi adalah sebesar 60,6 %, sehingga penurunan konsentrasinya adalah :

Tabel 4.7 Penurunan Konsentrasi Limbah

| Parameter | Input (maks)(mg/l) | Output (mg/l) | Baku mutu air limbah (mg/l)* |
|------------------|--------------------|---------------|------------------------------|
| Arsenic | 1,86 | 0,732 | 1 |
| Cadmium | 0,174 | 0,068 | 0,5 |
| Chromium | 2,14 | 0,843 | 2 |
| Copper | 6,3 | 2,482 | 5 |
| Lead | 18,2 | 7,098 | |
| Mercury | 0,002 | 0,00078 | 0,01 |
| Nickel | 3,21 | 0,982 | 1 |
| Zinc | 23,9 | 9,321 | 15 |
| TSS | 660 | 260,04 | 500 |
| BOD ₅ | 138 | 54,372 | 300 |
| COD | 810 | 319,14 | 600 |

* SK Menteri Negara Lingkungan Hidup 1991



Dari tabel penurunan konsentrasi diatas terlihat bahwa tujuan dari perencanaan unit pengolahan limbah yang menurunkan konsentrasi limbah dan sesuai dengan baku mutu air limbah yang dikeluarkan SK Menteri Negara Lingkungan Hidup.

*"Dia membiarkan dua lautan mengalir yang keduanya kemudian bertemu.
Antara keduanya ada batas yang tidak dilampaui oleh masing – masing.
Maka, nikmat Tuhanmu manakah yang kamu dustakan"*
(ar-Rahmaan: 19 - 21)

BAB V KESIMPULAN



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan, bahwa dalam perencanaan unit pengolahan limbah untuk graving dock beberapa peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Oil Water Separator.

Oil water separator digunakan untuk mengurangi kandungan minyak pada air limbah dengan cara memisahkan antara minyak dan air, sedangkan pada perencanaan kali ini menggunakan oil water separator dengan spesifikasi :

Panjang = 46,6 ft
Diameter = 10,6 ft
Flow Rate = 4800 GPM

2. Tangki Netralisasi.

Dalam proses filtrasi diperlukan kondisi pH yang normal yaitu sama dengan 7, oleh karena itu untuk menjaga kondisi pH diperlukan proses netralisasi dengan menambahkan asam atau basa kedalam larutan dalam tangki netralisasi. sedangkan dalam perencanaan kali ini menggunakan tangki netralisasi berbentuk silinder tegak berpengaduk dengan spesifikasi sebagai berikut :

Volume tangki = 6305,181 ft³
Diameter = 17,485 ft
Tinggi = 26,277 ft
Pengaduk = Turbin dengan 6 buah flat blade
D. impeller = 5,828 ft



Daya motor = 3 HP

3. Tangki Flokulasi.

Untuk memudahkan proses filtrasi maka sebelum proses filtrasi diperlukan proses flokulasi yang mana proses flokulasi terjadi ketika penambahan flokulan dalam tangki flokulasi yang fungsinya untuk mengikat partikel – partikel kecil menjadi lebih besar sehingga memudahkan proses filtrasi. Sedangkan tangki yang digunakan adalah tangki berpengaduk berbentuk silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standart dish head dengan spesifikasi sebagai berikut :

Volume tangki= 6305,181 ft³

Diameter = 17,485 ft

Tinggi = 26,277 ft

Pengaduk = Turbin dengan 6 buah flat blade

D. impeller = 5,828 ft

Daya motor = 3 HP

4. Bak Filtrasi.

Proses filtrasi merupakan proses penyaringan air dari partikel – partikel koloid melalui media berbutir berbutir yang porous Sedangkan pada perencanaan menggunakan bak filtrasi dengan spesifikasi sebagai berikut :

Panjang = 15,8 meter

Lebar = 7,9 meter

Tinggi = 3,3 meter

Dari hasil perencanaan yang telah dilakukan, sistem yang dirancang dapat menurunkan konsentrasi limbah yang berasal dari graving dock sebesar 60,6 %



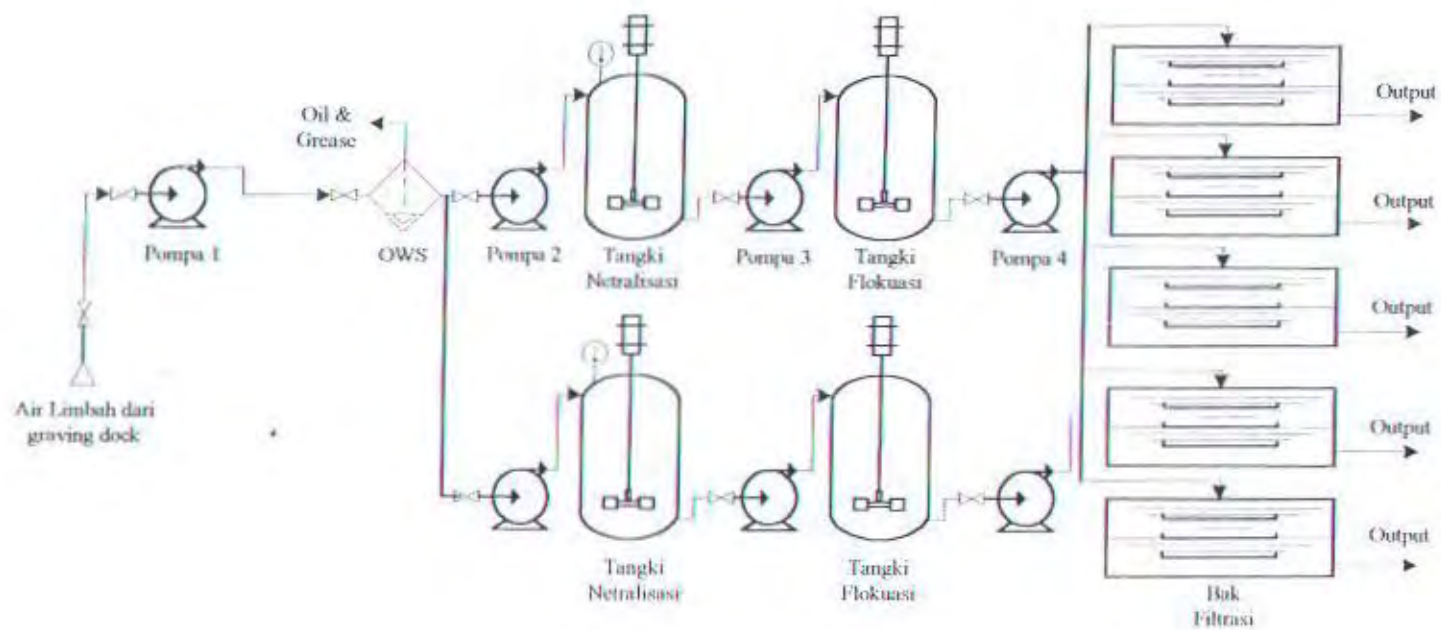
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

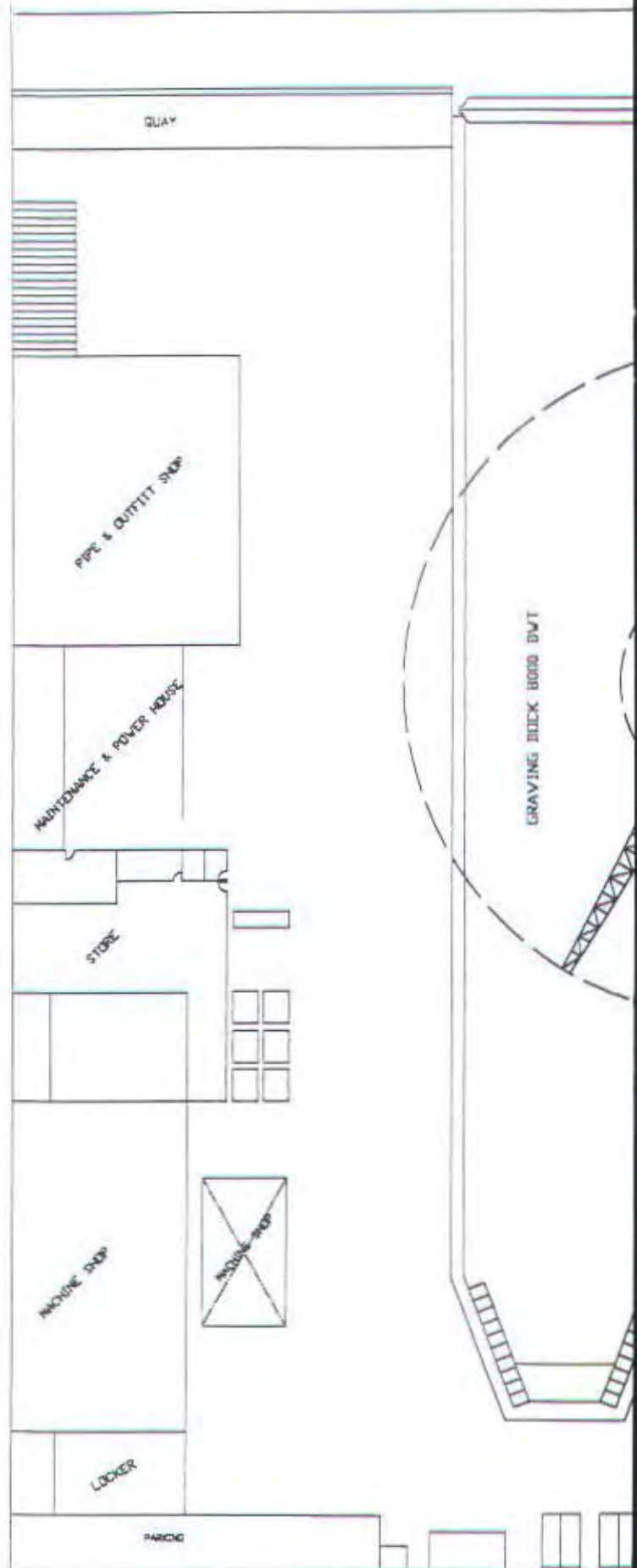
1. Philip M. Host, Environmental Program Division, Journal Water Pollution Control Efforts at Norfolk Naval Shipyard.
2. T. H. Y. Tebbutt, Principles of Water Quality Control
3. U.N Mahida & Prof Dr Ir. Otto Soemarwoto, Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri.
4. Ir. Tantowi Ismail, MSc, Metode dan Teknik Pengolahan Air Limbah.
5. Dr. Bhaskar Kura, Assistant Professor, University of New Orleans, Wastewater From Shipyard – Characterization, Minimization and Treatment.
6. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 17 tahun 2001, Jenis Rencana Usaha Dan/atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi Dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup. 2001
7. W. Wesley Eckenfelder, Jr, Industrial Water Pollution Control
8. Lloyd E. Brownell & Edwin H Young, Process Equipment Design.
9. T. J. Casey, Unit Treatment Processes In Water And Wastewater Engineering
10. Ronald L. Droste, Theory And Practice Of Water And Wastewater Treatment.
11. Geankoplis, Transport Process And Unit Operation 3rd Edition.
12. Hick Edward, Teknologi Pemakaian Pompa, PT. Erlangga 1996
13. Sularso & Haruo, Pompa dan Kompresor, PT. Pradnya Paramita 2000

*"Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran;
lalu kami jadikan air itu menetap di bumi; dan sesungguhnya
Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya."
(al-Mu'minuun: 18)*

LAMPIRAN



**DIAGRAM ALIR PERENCANAAN UNIT
PENGOLAHAN LIMBAH UNTUK GRAVING DOCK**



QUAY

DWS

TANGKI NETRALISASI (TN)

TN

TANGKI FLOKULASI (TF)

TF

BAK FILTRASI

CAMPORER 100P

OFFICE

143 M



MILIK PERUSAHAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

**KEPUTUSAN
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
NOMOR : 17 TAHUN 2001**

**TENTANG
JENIS RENCANA USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
YANG WAJIB DILENGKAPI DENGAN
ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP**

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,

Menimbang :

- a. bahwa untuk melaksanakan Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Propinsi sebagai Daerah Otonom perlu ditetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup;
- b. bahwa berdasarkan kenyataan terdapat jenis rencana usaha dan/atau kegiatan dalam skala/besaran yang lebih kecil dibandingkan dengan jenis rencana usaha dan/atau kegiatan sebagaimana yang tercantum dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 2000 Tentang Jenis Usaha dan/atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi Dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup, tetapi karena daya dukung, daya tampung, dan tipologi ekosistem daerah setempat jenis rencana usaha dan/atau kegiatan tersebut menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan hidup;
- c. bahwa mengingat hal tersebut diatas perlu ditetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup.

Mengingat :

1. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1990 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3419);
2. Undang-undang Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1992 Nomor 115, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3501);
3. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
4. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Propinsi sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952).

MEMUTUSKAN :

Menetapkan :

KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG JENIS RENCANA USAHA DAN/ATAU KEGIATAN YANG WAJIB DILENGKAPI DENGAN ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP.

- Pertama : Jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini.
- Kedua : Apabila skala/besaran suatu jenis rencana usaha dan/atau kegiatan lebih kecil daripada skala/besaran yang tercantum pada Lampiran Keputusan ini akan tetapi atas dasar pertimbangan ilmiah mengenai daya dukung dan daya tampung lingkungan serta tipologi ekosistem setempat diperkirakan berdampak penting terhadap lingkungan hidup, maka bagi jenis usaha dan/atau kegiatan tersebut dapat ditetapkan oleh Bupati/Walikota atau Gubernur untuk wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta sebagai Jenis Usaha dan/atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.
- Ketiga : Jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang tidak termasuk dalam lampiran keputusan ini tetapi lokasinya berbatasan langsung dengan kawasan lindung wajib dilengkapi dengan analisis mengenai dampak lingkungan hidup.
- Keempat : Apabila Bupati/Walikota atau Gubernur untuk wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta dan/atau masyarakat menganggap perlu untuk mengusulkan jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang tidak tercantum dalam Lampiran Keputusan ini tetapi jenis rencana usaha dan/atau kegiatan tersebut dianggap mempunyai dampak penting terhadap lingkungan, maka Bupati/Walikota atau Gubernur untuk wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta dan/atau masyarakat wajib mengajukan usulan secara tertulis kepada Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Kelima : Menteri Negara Lingkungan Hidup akan mempertimbangkan penetapan keputusan terhadap jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang diusulkan tersebut menjadi jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.
- Keenam : Jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini akan ditinjau kembali sekurang-kurangnya sekali dalam 5 (lima) tahun.
- Ketujuh : Dengan berlakunya keputusan ini, maka Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 2000 tentang Jenis Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup dinyatakan tidak berlaku lagi.
- Kedelapan : Keputusan ini mulai berlaku 2 (dua) bulan sejak tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Jakarta
Pada tanggal : 22 Mei 2001

Menteri Negara Lingkungan Hidup

Dr. A. Sonny Keraf

**JENIS RENCANA USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
YANG WAJIB DILENGKAPI DENGAN
ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP**

1. Pendahuluan

Jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL) ditetapkan berdasarkan :

a. Potensi dampak penting

Sesuai Pasal 3 ayat (2) Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999, jenis usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan hidup wajib dilengkapi dengan AMDAL.

Potensi dampak penting bagi setiap jenis usaha dan/atau kegiatan tersebut ditetapkan berdasarkan :

(1) Keputusan Kepala BAPEDAL Nomor 056 Tahun 1994 tentang Pedoman Mengenai Ukuran Dampak Penting.

(2) Referensi internasional yang diterapkan oleh beberapa negara sebagai landasan kebijakan tentang AMDAL.

b. Ketidakpastian kemampuan teknologi yang tersedia untuk menanggulangi dampak penting negatif yang akan timbul.

2. Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup

A. Bidang Pertahanan dan Keamanan

Secara umum, kegiatan yang berkaitan dengan aktivitas militer dengan skala/besaran berikut berpotensi menimbulkan resiko lingkungan dengan terjadinya ledakan serta keresahan sosial akibat kegiatan operasional dan penggunaan lahan yang cukup luas.

| No. | Jenis Kegiatan | Skala/Besaran | Alasan Ilmiah Khusus |
|-----|---|------------------|--|
| 1 | Pembangunan Gudang Amunisi Pusat dan Daerah | Semua besaran | * Beresiko terjadinya ledakan saat perjalanan dan saat penyimpanan yang membahayakan penduduk walaupun sudah memiliki <i>standard operating procedure (SOP)</i> penanganan bahan peledak |
| 2 | Pembangunan Pangkalan TNI AL | Kelas A dan B | * Kegiatan pengerukan dan reklamasi berpotensi mengubah ekosistem laut dan pantai |
| | | | * Kegiatan pangkalan berpotensi menyebabkan dampak akibat limbah cair dan sampah padat. |
| 3 | Pembangunan Pangkalan TNI AU | Kelas A dan B | * Kegiatan pangkalan berpotensi menyebabkan dampak akibat limbah cair, sampah padat dan kebisingan pesawat |
| 4 | Pembangunan Pusat Latihan Tempur | Luas > 10.000 ha | * Bangunan pangkalan dan fasilitas pendukung, termasuk daerah penyangga, tertutup bagi masyarakat. |
| | | | * Kegiatan latihan tempur berpotensi menyebabkan dampak akibat limbah cair, sampah padat dan kebisingan akibat ledakan. |

| | | | |
|---|---|---------------|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> * Kebutuhan energi relatif besar (264 ribu Mwh/th) * Tenaga kerja cukup besar * Kebutuhan air untuk proses pendinginan dan elektrolisa relatif besar (air bersih 5000 M3/hr dan air laut 3,3 juta m3/hr) * Potensi berbagai limbah : gas (SO₂, Sox, N₂, O₂ dan tail gas dengan parameter Zn, Pb, Cd, Cr, TDS & TSS), Limbah padat gipsum dan slag (Fe, Cu, Zn, Ni, Pb, As, Hg, Se, Cd) |
| 7 | Industri pembuatan aluminium dasar (bahan baku dari alumina) | Semua besaran | <p>Industri pembuatan aluminium dasar merupakan industri pembuatan batangan aluminium yang menggunakan bahan baku bijih alumina yang dilakukan melalui proses peleburan elektrolisa dan pencetakan.</p> <p>Umumnya dampak yang ditimbulkan disebabkan oleh :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Penggunaan lahan yang luas untuk bangunan pabrik dan fasilitas penunjang * Kebutuhan energi relatif besar (295 ribu Mwh/hr) * Tenaga kerja sangat besar * Kebutuhan air yang sangat besar untuk proses pendinginan (17.000 m3/hr) * Potensi limbah yang dihasilkan (termasuk B3 padat (dross, pelapis bekas) cair (air spray dengan kadar flour tinggi dan air pendingin mengandung minyak) gas (H₂S, NH₃, NO₂, SO₂, & HF) dan debu |
| x | Kawasan industri (termasuk kompleks industri yang terintegrasi) | Semua besaran | <p>Kawasan industri (industrial estate) merupakan lokasi yang dipersiapkan untuk berbagai jenis industri manufaktur yang masih prediktif, sehingga dalam pengembangannya diperkirakan akan menimbulkan berbagai dampak penting antara lain disebabkan :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Kegiatan grading (pembentukan muka tanah) dan runoff (air larian) * Pengadaan dan pengoperasian alat-alat berat * Mobilisasi tenaga kerja (90-110 TK/ha) * Kebutuhan pemukiman dan fasilitas sosial * Kebutuhan air bersih dengan tingkat kebutuhan rata-rata 0,55 - 0,75 l/dt/ha * Kebutuhan energi listrik cukup besar baik dalam kaitan dengan jenis pembangkit ataupun trace jaringan (0,1 Mw/ha) * Potensi berbagai jenis limbah dan cemaran yang masih prediktif terutama dalam hal cara pengelolaannya. * Bangkitan lalu lintas |
| 9 | Industri galangan kapal dengan sistem graving dock | ≥ 4000 DWT | <p>Sistem graving dock adalah galangan kapal yang dilengkapi dengan kolam perbaikan dengan ukuran panjang 100 m lebar 40 m dan kedalaman 15 m dengan sistem sirkulasi.</p> |

| | | | |
|----|--|---------------|--|
| | | | <p>Pembuatan kolam graving ini dilakukan dengan mengeruk laut yang dikhawatirkan akan menyebabkan longsor atau abrasi pantai.</p> <p>Perbaikan kapal berpotensi menghasilkan limbah cair (air ballast, pengecatan lambung kapal dan bahan kimia B3) maupun limbah gas dan debu dari kegiatan sand blasting dan pengecatan</p> |
| 10 | Industri pesawat terbang | Semua besaran | <p>Industri pesawat terbang merupakan industri strategis berteknologi tinggi yang membutuhkan tingkat pengamanan (security) yang tinggi</p> <p>Dampak penting yang ditimbulkan berasal dari :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Pengadaan lahan untuk bangunan pabrik dan landasan pacu * Gangguan kebisingan dan getaran |
| 11 | Industri senjata, munisi dan bahan peledak | Semua besaran | <p>Industri senjata, munisi dan bahan peledak merupakan industri yang dalam proses produksinya menggunakan bahan-bahan kimia yang bersifat B3, disamping kegiatannya membutuhkan tingkat keamanan yang tinggi.</p> |
| 12 | Industri baterai kering (yang menggunakan bahan baku merkuri/Hg) | Semua besaran | <p>Industri baterai kering yang diperkirakan menimbulkan dampak penting adalah yang menggunakan bahan baku merkuri (Hg), mengingat merkuri ini bersifat B3 yang mempunyai efek mutagenik, teratogenik dan karsinogenik terhadap manusia.</p> <p>Umumnya dampak yang ditimbulkan disebabkan oleh :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Kebutuhan tenaga kerja relatif besar. * Kebutuhan air relatif besar baik untuk proses (pembuatan pasta dan pemasakan baterai) maupun domestik (170 m³/hr) * Potensi berbagai jenis limbah : padat (sludge B3 bekas kemasan), limbah cair (Zn, Hg, Cr, COD, TSS, Mn & NH₃), limbah debu dan gas (H₂S, SO₂, NO_x, CO, NH₃, Zn, Pb, dan Cd) |
| 13 | Industri baterai basah (akumulator listrik) | Semua besaran | <p>Pada umumnya proses produksi lengkap dimulai dari grid casting (persiapan, peleburan dan pencetakan timah hitam sebagai bahan aktif sel lead part (pencetakan bagian-bagian aki dari timah hitam), lead power (proses pembentukan bubuk Pb), pasting (pembuatan pasta dengan H₂SO₄ pekat), formation (merupakan proses elektrolisa dan assembling).</p> <p>Umumnya dampak yang ditimbulkan disebabkan oleh :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Kebutuhan tenaga kerja relatif besar * Kebutuhan air relatif besar (270 m³/hr) baik untuk proses maupun domestik * Kebutuhan energi listrik cukup besar * Potensi limbah dari proses produksi seperti limbah cair (pH, TDS, Sulfat & Pb), gas (proses finishing dengan para meter Pb dan formation para meter sulfat, sedangkan pembakaran CO, NO dan SO₂), limbah padat (sludge dari IPAL dan bekas kemasan bahan penolong). |

LAMPIRAN XV: SURAT KEPUTUSAN
 MENTERI NEGARA KEPENDUDU-
 KAN DAN LINGKUNGAN HIDUP
 NOMOR : KEP- 03/MENKLH/II/1991
 TANGGAL : 1 Pebruari 1991

BAKU MUTU AIR LIMBAH *)

| NO. URUT | PARAMETER | SATUAN | GOLONGAN BAKU MUTU AIR LIMBAH | | | |
|-------------|------------------------|--------|----------------------------------|-------|-------|-------|
| | | | I | II | III | IV |
| FISIKA | | | | | | |
| 1. | Temperatur | OC | 35 | 38 | 40 | 45 |
| 2. | Zat padat terlarut | mg/L | 1500 | 2000 | 4000 | 5000 |
| 3. | Zat padat tersuspensi | mg/L | 100 | 200 | 400 | 500 |
| KIMIA | | | | | | |
| 1. | Ph | | 6 - 9 | 6 - 9 | 6 - 9 | 5 - 9 |
| 2. | Besi terlarut (Fe) | mg/L | 1 | 5 | 10 | 20 |
| 3. | Mangan terlarut (Mn) | mg/L | 0,5 | 2 | 5 | 10 |
| 4. | Barium (Ba) | mg/L | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 5. | Tembaga (Cu) | mg/L | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 6. | Seng (Zn) | mg/L | 2 | 5 | 10 | 15 |
| 7. | Krom Heksavalen (Cr6+) | mg/L | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 |
| 8. | Krom Total (Cr) | Mg/L | 0,1 | 0,5 | 1 | 2 |
| 9. | Cadmium (Cd) | mg/L | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 0,5 |
| 10. | Raksa (Hg) | mg/L | 0,001 | 0,002 | 0,005 | 0,01 |
| 11. | Timbal (Pb) | mg/L | 0,03 | 0,1 | 1 | 2 |
| 12. | Stanum (Sn) | mg/L | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 13. | Arsen (As) | mg/L | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 |
| 14. | Selenium (Se) | mg/L | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 1 |
| 15. | Nikel (Ni) | mg/L | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1 |
| 16. | Kobalt (Co) | mg/L | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 1 |
| 17. | Sianida (CN) | mg/L | 0,02 | 0,05 | 0,5 | 1 |
| 18. | Sulfida (H2S) | mg/L | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 1 |

| NO. URUT | PARAMETER | SATUAN | GOLONGAN BAKU MUTU AIR LIMBAH | | | |
|-------------|------------------------------------|--------|----------------------------------|-----|-----|-----|
| | | | I | II | III | IV |
| 19. | Fluorida (F) | mg/L | 1,5 | 2 | 3 | 5 |
| 20. | Klorin bebas (Cl ₂) | mg/L | 0,5 | 1 | 2 | 5 |
| 21. | Amoniak Bebas (NH ₃ -N) | mg/L | 0,02 | 1 | 5 | 20 |
| 22. | Nitrat (NO ₃ -N) | mg/L | 10 | 20 | 30 | 50 |
| 23. | Nitrit (NO ₂ -N) | mg/L | 0,06 | 1 | 3 | 5 |
| 24. | BOD ₅ | mg/L | 20 | 50 | 150 | 300 |
| 25. | COD | mg/L | 40 | 100 | 300 | 600 |
| 26. | Senyawa aktif biru metilen | mg/L | 0,5 | 5 | 10 | 15 |
| 27. | Fenol | mg/L | 0,01 | 0,5 | 1 | 2 |
| 28. | Minyak nabati | mg/L | 1 | 5 | 10 | 20 |
| 29. | Minyak mineral | mg/L | 1 | 10 | 50 | 100 |
| 30. | Radioaktivitas **) | | | | | |
| 31. | Pestisida termasuk PCB ***) | | | | | |

Catatan :

*) Kadar bahan limbah yang memenuhi persyaratan baku mutu air limbah tersebut tidak diperbolehkan dengan cara pengenceran yang airnya secara langsung diambil dari sumber air.

Kadar bahan limbah tersebut adalah kadar maksimal yang diperbolehkan, kecuali Ph yang meliputi juga kadar yang minimal.

**) Kadar radioaktivitas mengikuti peraturan yang berlaku.

***) Limbah pestisida yang berasal dari industri yang memformulasi atau memproduksi dan dari konsumen yang mempergunakan untuk pertanian dan lain-lain tidak boleh menyebabkan pencemaran air yang mengganggu pemanfaatannya.

Table 1. Sites, waste types, and chemicals of concern for eleven sites evaluated at Puget Sound Naval Shipyard as part of Site Inspection (URS 1992).

| Site | Period of Operation | Waste Type | Size of Area/Estimated Quantity | Chemicals of Concern |
|--|---|--|------------------------------------|---|
| 1 Fill Area, Mooring A to Dry Dock 5 | 1960 - 1974 | Construction debris, rubble, spent abrasive grit | 1-na/54,000 m ³ of fill | Trace elements, acids, PCBs |
| 3 Helicopter Pad Area | 1963 - 1972 | Plating wastes, unopened paint cans, oils, metal parts and shavings | 114,000 liters | Trace elements, acids, organic solvents, oil-based formulations, epoxies, organotin compounds |
| 6 Drain Outfalls | Sanitary-until 1957; Storm - until present | Storm and sanitary sewer discharge | Unknown | PCBs, organic compounds, trace elements |
| 7 Building 99, Old Plating Shop | Unknown | Chemical leakage through cracked floor | Unknown | Acids, bases, sodium cyanide, calcium sulfate, trace elements |
| 8 Building 106, Old Power Plant | Unknown | Oil from leaking underground storage tanks | Unknown | PCBs |
| 9 Crane Maintenance Area | Present | Debris from crane maintenance and painting | Unknown | Trace elements |
| 10 Landfill Areas, Waterfront Areas ^a | Unknown | Fill (oil sludge, automobile scrap, construction and shipyard debris, spent abrasive grit) | Unknown | PCBs, trace elements, organic and organotin compounds |
| 11 Oil Tank 316 Area | Until 1988 | Fuel from leaking tanks, possibly contaminated soils for fill materials | Unknown | Petroleum hydrocarbons, trace elements, volatile organic and organotin compounds |
| 12 Acid Drain Slab Area | Unknown | Unknown | Unknown | Trace elements, cyanide, PCBs |

a: The Waterfront Area Landfills are divided into three separate locations: Site 10 East, Site 10 Central, and Site 10 West.

state or combined tribal/volunteer programs to enhance runs (Brooks personal communication 1992).

Several estuarine fish species use Sinclair Inlet for spawning, nursery, and adult forage habitat (U.S. Fish and Wildlife Service 1981). According to

Table 2. NOAA trust fish and invertebrate resources that use Sinclair Inlet near Bremerton, Washington.

| Species | | Habitat | | | Fisheries | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|----------------|
| Common Name | Scientific Name | Spawning Ground | Nursery Ground | Adult Forage | Comm. Fishery | Recre. Fishery |
| ANADROMOUS FISH | | | | | | |
| Cutthroat trout | <i>Oncorhynchus clarki</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | ♦ |
| Steelhead trout | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | ♦ |
| Chum salmon | <i>Oncorhynchus keta</i> | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Coho salmon | <i>Oncorhynchus kisutch</i> | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Chinook salmon | <i>Oncorhynchus tshawytscha</i> | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| MARINE FISH | | | | | | |
| Sablefish | <i>Anoplopoma fimbria</i> | | | ♦ | ♦ | ♦ |
| Arrow goby | <i>Clevelandia ios</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Pacific herring | <i>Clupea harengus pallasii</i> | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Shiner perch | <i>Cymatogaster aggregata</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Striped sea perch | <i>Eribiotoca lateralis</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Buffalo sculpin | <i>Enophrys bison</i> | | ♦ | ♦ | | |
| Pacific cod | <i>Gadus macrocephalus</i> | | ♦ | | ♦ | ♦ |
| 3-spine stickleback | <i>Gasterosteus aculeatus</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Silver smelt | <i>Hypomesus pretiosus</i> | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Rock sole | <i>Lepidopsetta bilineata</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Pacific staghorn sculpin | <i>Leptocottus armatus</i> | | ♦ | ♦ | | |
| Pacific hake | <i>Merluccius productus</i> | | | ♦ | ♦ | ♦ |
| Dover sole | <i>Microstomus pacificus</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Ling cod | <i>Ophiodon elongatus</i> | | | ♦ | ♦ | ♦ |
| English sole | <i>Parophrys vetulus</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Starry flounder | <i>Platichthys stellatus</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| C-O sole | <i>Pleuronichthys coenosus</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Sand sole | <i>Psettichthys melanostictus</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| Cabezon | <i>Scorpaenichthys marmoratus</i> | | ♦ | ♦ | | |
| Rockfish | <i>Sebastes</i> spp. | | ♦ | ♦ | | ♦ |
| Pile perch | <i>Rhacochilus vacca</i> | | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| INVERTEBRATE SPECIES | | | | | | |
| Dungeness crab | <i>Cancer magister</i> | | ♦ | ♦ | | |
| Red rock crab | <i>Cancer productus</i> | | ♦ | ♦ | | |
| Horse clam | <i>Clionocardium nuttalli</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Pacific oyster | <i>Crassostrea gigas</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Kumamoto oyster | <i>Crassostrea gigas kumamoto</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Pacific coast squid | <i>Loligo opalescens</i> | | | ♦ | | |
| Sea cucumber | <i>Parastichopus californicus</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Littleneck clam | <i>Protothaca staminea</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Kelp crab | <i>Pugettia gracilis</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Butter clam | <i>Saxidomus giganteus</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |
| Manila clam | <i>Venerupis japonica</i> | ♦ | ♦ | ♦ | | |

Table 3. Maximum concentrations of contaminants of concern at waste sites located at PSNS (GeoEngineers 1986; U.S. EPA 1986a; URS 1992; and U.S. Navy 1992).

| Contaminants | Water (µg/l) | | | Soils (mg/kg) | | Sediment (mg/kg) | | |
|-----------------------------|--------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Ground water | Surface Water | AWQC ^a | Soils | Average US Soils ^b | Sediment | ERL ^c | ERM ^d |
| Inorganic Substances | | | | | | | | |
| Antimony | ND | NR | 500** | 853 | 1 | 13.8 | 2 | 25 |
| Arsenic | 1,860 | NR | 36 | 1,160 | 8 | 111 | 8.2 | 70 |
| Cadmium | 174 | NR | 9.3 | 84.3 | 0.06 | 6.5 | 12 | 9.6 |
| Chromium | 2,140 | NR | 50 | 735 | 100 | 102 | 80 | 370 |
| Copper | 23,400 | NR | 2.9 | 10,400 | 30 | 1,709 | 34 | 270 |
| Lead | 18,200 | NR | 8.5 | 11,100 | 10 | 603 | 47 | 220 |
| Mercury | 203 | NR | 0.025 | 145 | 0.03 | 5.2 | 0.15 | 0.71 |
| Nickel | 3,210 | NR | 8.3 | 1,030 | 40 | 56.0 | 21 | 52 |
| Silver | ND | NR | 0.92** | ND | 0.05 | 2.9 | 10 | 37 |
| Zinc | 23,900 | NR | 85 | 23,600 | 50 | 1,950 | 150 | 410 |
| Organic Compounds | | | | | | | | |
| PAHs | | | | | | | | |
| Acenaphthene | ND | NR | 710* | 8 | NA | ND | 0.160 | 0.5 |
| Fluorene | ND | NR | NA | 63 | NA | 230 | 0.019 | 0.54 |
| Phenanthrene | ND | NR | 4.6** | 170 | NA | 2,400 | 0.24 | 1.5 |
| Anthracene | ND | NR | NA | 3.9 | NA | 510 | 0.085 | 1.1 |
| Fluoranthene | ND | NR | 16* | 68 | NA | 2,800 | 0.600 | 5.1 |
| Pyrene | ND | NR | NA | 60 | NA | 3,100 | 0.66 | 2.6 |
| Benzo(a)anthracene | ND | NR | NA | 20 | NA | 1,600 | 0.26 | 1.6 |
| Chrysene | ND | NR | NA | 16 | NA | 1,700 | 0.38 | 2.8 |
| Benzofluoranthene | ND | NR | NA | 22 | NA | 2,700 | NA | NA |
| Benzo(a)pyrene | ND | NR | NA | 14 | NA | ND | 0.43 | 1.6 |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyrene | ND | NR | NA | 36 | NA | 600 | NA | NA |
| Benzo(g,h,i)perylene | ND | NR | NA | 6.2 | NA | 700 | NA | NA |
| Naphthalene | ND | NR | NA | 260 | NA | ND | 0.16 | 2.1 |
| 2-Methylnaphthalene | ND | NR | NA | 74 | NA | ND | 0.07 | 0.67 |
| Dibenz(a,h)anthracene | ND | NR | NA | 1.3 | NA | 95 | 0.063 | 0.26 |

a: Ambient water quality criteria for the protection of aquatic organisms. Marine chronic criteria are presented (EPA 1986b) because waste sites are located near marine environments.

b: Lindsay (1979).

c: Effects Range-Low (Long and MacDonald 1992).

d: Effects Range-Median (Long and MacDonald 1992).

NA: Screening guidelines not available.

ND: Not detected; detection limit not reported.

NR: Not reported.

+ : Hardness-dependent criteria; 100 mg/l CaCO₃ assumed.

* : Insufficient Data to Develop Criteria. Value Presented is the LOEL - Lowest Observed Effect Level.

** : Proposed Criterion.

different characteristics in grain size and total organic carbon. Pollution-tolerant taxa represented 56 to 82 percent of the taxa at ten of the twelve PSNS stations as compared to only

28 percent from the reference station. Although the source of the impairment has not yet been determined, the results suggest that benthic communities near PSNS appear stressed on the

Table 1. Wastewater characteristics of a typical pipe shop

| Parameter | Concentration, mg/L |
|---------------------------|---------------------|
| Biochemical oxygen demand | 1358 |
| Total suspended solids | 660 |
| Chemical oxygen demand | 3720 |
| Total organic carbon | 1240 |
| Cadmium | 0.004 |
| Chromium | 0.015 |
| Copper | 6.3 |
| Lead | 0.187 |
| Mercury | <0.002 |
| Nickel | 0.44 |
| Silver | 0.004 |
| Tin | BQL; MQL = 0.020 |
| Zinc | 2.44 |
| Oil and grease | 133 |
| Phenol | 0.100 |

MQL = Minimum Quantification Level - USEPA Region VI NPDES; BQL = Below MQL

Table 2. Stormwater characteristics of a typical shipyard

| PARAMETER | CONCENTRATION, mg/L | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Outfall 1 | Outfall 2 | Outfall 3 | Outfall 4 |
| Oil & Grease (O&G) | 3.0 | 7.0 | 2 | 1 |
| Chemical Oxygen Demand (COD) | 31.0 | 74.0 | 30 | 19 |
| Total Organic Carbon (TOC) | 8.4 | 14.3 | 7.7 | 7.3 |
| Cadmium | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.09 |
| Chromium (MQL = 0.10) | 7.0 | 0.0 | 1 | 7 |
| Copper (MQL = 0.10) | BQL | BQL | BQL | BQL |
| Lead (MQL = 0.005) | 0.05 | 0.16 | 0.06 | BQL |
| Tin (MQL = 0.02) | 0.0 | 1.0 | 0 | BQL |
| Zinc | 0.02 | 0.04 | 0.02 | BQL |

MQL = Minimum Quantification Level - USEPA Region VI NPDES; BQL = Below MQL

The management practices adopted in the shipyard are according to the guiding regulations so that the shipyard can be in compliance. The permits issued by various agencies specify the discharge limits for various pollutants. Therefore, the control options and the treatment technologies adopted are in proportion to comply with the discharge limits outlined in the permits.

WASTE MINIMIZATION

Waste minimization options are adopted more for process waters than for stormwater or sanitary wastewater because the reduction in toxicity, strength, and others is required in case of process waters. Control Technologies can be adopted to minimize the strength of the waste streams coming out of various processes. These technologies or methods have been given in the following sections. Most of these methods follow the concept of source reduction which is the best alternative for pollution prevention.

Table 1. Pollutants Sources and Pollutants from Shipyard Activities

| Activity | Pollutant Source | Pollutant |
|--|--|--|
| Pressure Washing | Wash water | Paint solids, heavy metals, suspended solids |
| Surface Preparation, Paint Removal, Sanding | Sanding, mechanical grinding, abrasive blasting, paint stripping | Spent abrasives, paint solids, heavy metals, solvent, dust |
| Painting | Paint and paint thinner spills, spray painting, paint stripping, sanding, paint cleanup | Paint solids, spent solvents, heavy metals, dust |
| Engine Maintenance and Repairs | Parts cleaning, waste disposal of greasy rags, used fluids, and batteries, use of cleaners and degreasers, fluid spills, fluid replacement | Spent solvents, oil, heavy metals, ethylene glycol, acid/alkaline wastes, detergents |
| Material Handling: Transfer, Storage, Disposal | Fueling: spills, leaks, hosing area | Fuel, oil, heavy metals |
| | Liquid Storage in Above Ground Storage: spills and overfills, external corrosion, failure of piping systems | Fuel, oil, heavy metals, material being stored |
| | Waste Material Storage and Disposal: paint solids, solvents, trash, spent abrasives, petroleum products | Paint solids, heavy metals, spent solvents, oil |
| Shipboard Processes improperly discharged to storm sewer or into receiving water | Process and cooling water, sanitary waste, bilge and ballast water | Biochemical Oxygen Demand (BOD), bacteria, suspended solids, oil, fuel |

Table 2. Statistics for Selected Pollutants Reported by Shipyards and Boatyards¹ (mg/l)

| Pollutant ** Sample Type ** | No. of Samples | | Minimum | | Maximum | |
|--------------------------------|----------------|------|---------|------|---------|--------|
| | Grab | Comp | Grab | Comp | Grab | Comp |
| BOD ₅ | 51 | 48 | 0.00 | 0.00 | 23.00 | 138.00 |
| COD | 51 | 49 | 0.00 | 0.00 | 450.00 | 810.00 |
| Nitrate + Nitrite Nitrogen | 51 | 49 | 0.00 | 0.00 | 6.00 | 5.00 |
| Total Kjeldahl Nitrogen | 51 | 49 | 0.00 | 0.00 | 3.40 | 48.00 |
| Oil & Grease | 52 | N/A | 0.00 | N/A | 14.00 | N/A |
| pH | 43 | N/A | 4.70 | N/A | 8.70 | N/A |
| Total Phosphorus | 51 | 48 | 0.00 | 0.00 | 2.20 | 32.00 |
| Total Suspended Solids | 51 | 48 | 0.00 | 0.00 | 1200.00 | 300.00 |

¹ Applications that did not report the units of measurement for the reported values of pollutants were not included in these statistics. Values reported as non-detect or below detection limit were assumed to be zero.

Highland Series G Oil/Water Separators



Highland Tank

| Model HT or HTC | Separator Chamber Volume Gallons | Total Spill Capacity Gallons | Inlet/ Outlet | Flow Rate gpm | Dimensions Diameter | Length | Approx. Wt.* lbs. |
|--------------------|--|------------------------------------|------------------|------------------|------------------------|--------|----------------------|
| 350 ¹ | 350 | 275 | 4" | 55 | 36" | 9'0" | 2,781 |
| 550 | 550 | 275 | 4" | 55 | 36" | 10'9" | 3,041 |
| 1,000 | 1,000 | 500 | 6" | 100 | 4'0" | 16'0" | 4,441 |
| 2,000 | 2,000 | 1,000 | 6" | 200 | 5'4" | 18'0" | 6,556 |
| 3,000 | 3,000 | 1,500 | 8" | 300 | 5'4" | 24'0" | 7,936 |
| 4,000 | 4,000 | 2,000 | 8" | 400 | 5'4" | 28'6" | 9,079 |
| 5,000 | 5,000 | 2,500 | 8" | 500 | 6'0" | 28'8" | 10,335 |
| 6,000 | 6,000 | 3,000 | 10" | 600 | 6'0" | 34'0" | 11,718 |
| 7,000 | 7,000 | 3,500 | 10" | 700 | 7'0" | 28'8" | 14,387 |
| 8,000 | 8,000 | 4,000 | 10" | 800 | 7'0" | 33'6" | 16,118 |
| 9,000 | 9,000 | 4,500 | 12" | 900 | 8'0" | 28'8" | 16,862 |
| 10,000 | 10,000 | 5,000 | 12" | 1,000 | 8'0" | 32'0" | 18,226 |
| 12,000 | 12,000 | 6,000 | 12" | 1,200 | 8'0" | 38'9" | 20,990 |
| 15,000 | 15,000 | 7,500 | 14" | 1,500 | 10'0" | 32'0" | 29,445 |
| 20,000 | 20,000 | 10,000 | 16" | 2,000 | 10'6" | 38'9" | 36,000 |
| 25,000 | 25,000 | 12,500 | 18" | 2,500 | 10'6" | 46'6" | 45,920 |
| 30,000 | 30,000 | 15,000 | 20" | 3,000 | 10'6" | 56'0" | 53,399 |
| 40,000 | 40,000 | 20,000 | 24" | 4,000 | 12'0" | 59'0" | 65,148 |

*Weights shown are for Model HTC Single-wall Separators. Contact Highland Tank for all other weights. Plate spacing and orientation may vary depending on site conditions.

¹One access manway in separation chamber.

Series G Oil/Water Separators

Series G Oil/Water Separators feature a sand interceptor compartment to permit sand and grit to settle out of the wastewater before entering the oil/water separator.

Highland Oil/Water Separators are used specifically for the removal of free floating oil, grease, and settleable oily coated solids from oil/water discharges associated with many types of industrial facilities.

Designed to remove oils with a specific gravity less than .95, high performance separators from 15 ppm oil/grease discharge (Model HT) down to 10 ppm discharge (Model HTC) are available.

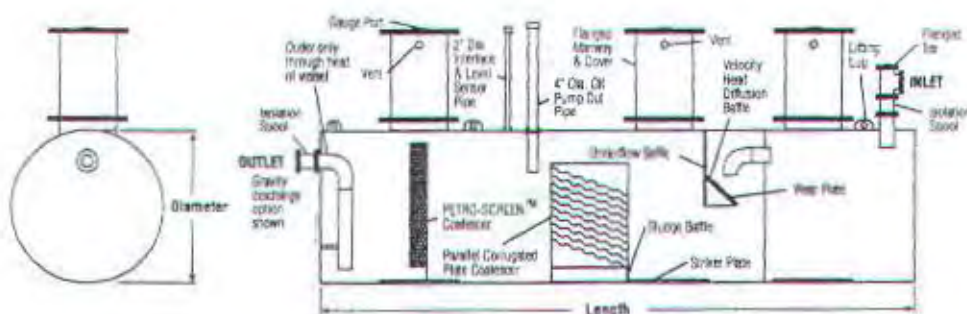
All separators are of the highest quality — constructed to American Petroleum Institute (API), Underwriters Laboratories (UL), and Steel Tank Institute (STI) ACT-100-U[®] or STI-P3[®] specifications.

Patents and approvals

U.S. Patent # 4,722,800
Canadian Patent # 1,296,263
City of New York, Board of Standards and Appeals
Under Calendar Number 1215-88-SA
Metropolitan Dade County, FL, Code #83-0512.01
Massachusetts Board of State Examiners of Plumber
and Gas Fitters Approval Code P1-0594-25
Passed DIN Parts 4 & 5; DIN 38-409 Part 18 Testing and
Analysis

General Arrangement

Model HTC-G
ACT-100-U[®]
Single-wall shown



Recommended Guideline Specifications

A Combination Sand and Oil/Water Separator and install _____ Highland Tank Underground ITC-_____ Series "G" UL 58 Type I Double Parallel Corrugated Plate Gravity Displacement Sand and Oil/Water Separator. Separator furnished with oil level alarm and leak detection systems. Combination Sand and Oil/Water Separator shall be _____ diameter _____ long, _____ total volume of _____ gallons. A separator of _____ volume is not permissible.

Designation

Separator shall be designed for gravity separation of (grit, settleable solids, or semisolids and free hydrocarbons and other petroleum products) from wastewater. The separator shall be gravity separation for stormwater runoff, hydrocarbon spills, and/or maintenance operations.

Performance

Characteristics
The separator designed for intermittent and variable flow of water, sand, oil, or any combination of non-hazardous oil/water mixtures ranging from zero to 100 GPM. Operating temperatures of the influent water mixture shall range from 40 degrees F. to 120 degrees F. The specific gravity of the oils at 60 degrees F. shall range from 0.68 to 0.95. Petroleum hydrocarbon concentration less than 100 mg/l (0.01%). The specific gravity of the water at operating temperatures shall range from 0.98 to 1.03.

Characteristics
The oil and grease concentration in the effluent separator shall not exceed 10 mg/l (10 ppm). To achieve this goal, it will be necessary to remove all droplets equal to and greater than 20 microns.

Criteria

The separator shall be designed in accordance with Stokes Law, the American Petroleum Institute Publication 600-1-1, "Design and Construction of Oil/Water Separators."

The separator construction shall comply with the requirements of National Fire Protection Association NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code, 2012 Edition.

The separator shall be cylindrical, horizontal, atmospheric pressure vessel intended for the separation and storage of flammable and combustible liquids. Separator design, dimensions, construction, and thickness shall be in strict accordance with Underwriters Laboratories Subject 58 Standard for Safety, Steel Underground Tanks for Flammable and Combustible Liquids, Type I Double-wall construction with 360° secondary containment. The inner steel tank shall be completely contained within the outer steel tank, and shall hold 100% of the tank's volume. The UL No. 58 - constructed tank must have a double steel shell

with a space between the layers. The space between the inner and outer steel walls shall be monitored for leaks with an approved electronic leak detection device.

The separator shall have the structural strength to withstand static and dynamic hydraulic loading while empty and during operating conditions.

Separator Corrosion Control System shall be in strict accordance with ACT-100U® specifications as applied by a licensee of the Steel Tank Institute (STI). Manufacturer must be a licensee of STI. No assigning or subcontracting of STI licensing shall be permitted.

Separator shall be the standard product of a steel tank manufacturer regularly engaged in the production of such equipment, having at least 5 years experience in manufacturing similar units for identical applications.

Separator shall be fabricated, inspected, and tested for leakage before shipment from the factory by manufacturer as a completely assembled vessel ready for installation.

Separator shall have an oil storage capacity equal to about 43% of the total vessel volume and an emergency oil spill capacity equal to 80% of the total vessel volume.

General Description

Separator shall be standard pre-packaged, pre-engineered ready to install unit consisting of:

An influent connection _____ inch, flanged.

An internal influent nozzle at the inlet end of the separator, located at the furthest diagonal point from the effluent discharge opening.

A _____ gallon integral sand interceptor compartment containing one (1) _____ diameter manholes, UL approved, complete with _____ extension, cover, gasket, and bolts. A heavy duty bulkhead shall retain sand, grit, settleable solids, or semisolids and prevent them from entering the separation chamber. Bulkhead shall have _____ inch top transfer pipe.

A velocity head diffusion baffle at the inlet end that:

- Reduces horizontal velocity and flow turbulence.
- Distributes the flow equally over the separator's cross sectional area.
- Directs the flow in a serpentine path in order to enhance hydraulic characteristics and fully utilize entire separator volume.
- Completely isolates all inlet turbulence from the separation chamber.

A sediment chamber to disperse flow and collect oily solids and sediments that may pass from the sand interceptor compartment.

A sludge baffle to retain settleable solids and sediment and prevent them from entering the separation chamber.

An oil/water separation chamber containing an inclined parallel plate coalescer with removable, corrugated, protected plates, sloped toward the sediment chamber that:

- Shortens the vertical distance an oil globule has to rise for effective removal.

- Enhances coalescence by generating a slight sinusoidal (wave like) flow pattern causing smaller, slow rising oil globules to coalesce on the undersides of the plates forming larger, rapidly rising sheets of oil.
- Directs the paths of the separated oil to the surface of the separator.

A sectionalized removable "Petro-Screen™" polypropylene impingement coalescer designed to intercept oil globules of 20 microns in diameter and larger.

An internal effluent downcomer at the outlet end of the separator, to allow for discharge from the bottom of the separation chamber only.

An effluent connection _____ inch, flanged.

Fittings for vent, interface/level sensor, leak detection, and waste oil pump-out, sampling, and gauge.

Two (2) _____ diameter manholes, UL approved, complete with _____ extension, cover, gasket, and bolts. One manway shall be placed between the transfer pipe and the parallel corrugated plate coalescer to facilitate access into sediment chamber for solids removal from above. One manway shall be placed between the parallel corrugated plate coalescer and outlet to facilitate access into the oil water separation chamber for coalescer maintenance/removal and oil removal.

Lifting lugs at balancing points for handling and installation.

Identification plates: Plates to be affixed in prominent location and be durable and legible throughout equipment life.

Corrosion Protection System consisting of:

- Isolation Spool Pieces
- Dielectric Isolation Gaskets and Bushings
- External surfaces commercial blast, coated 70 mils DFT Fibrethane Polymer coating (ACT-100-U®).
- 30-year Limited Warranty

Internal surfaces commercial blast, coated 10 mils DFT Polyurethane.

Accessories And Options

An audible and visual oil level and leak detection alarm system with silence control.

Steel hold down straps with turnbuckles and di-electric liners.

Consult Highland Tank for:

- "EZ Access" Option: Separator furnished with large rectangular accessway with removable coalescers to allow for total, unconfined, unrestricted, OSHA recommended top access for observation and maintenance.
- Special Coatings (Interior or Exterior)
- Integral Oil or Effluent Compartments
- Level Controls and Automatic Pumpout Systems
- Heating Systems, Electric or Steam
- Internal ladders
- Storage Tanks and Accessories
- STI-P3® Corrosion Protection System

Please visit us at www.highlandtank.com

One Highland Road
Sloystown, PA 15563
814-893-5701
FAX 893-6126

99 West Elizabethtown Road
Manheim, PA 17545
717-664-0600
FAX 664-0617

958 19th Street
Watervliet, NY 12189
518-273-0801
FAX 273-1365

2700 Patterson Street
Greensboro, NC 27407
336-218-0801
FAX 218-1292

2225 Chestnut Street
Lebanon, PA 17042
717-664-0602
FAX 664-0631

354 Route 108
Somersworth, NH 03878
603-692-2012
FAX 692-2014



Applications for COS Series Concrete Oil/Water Separators

| Application | Uses & Products Removed |
|---------------------------------|---|
| Vehicle Wash Racks | Removal of gasoline, diesel fuel, motor oils, transmission fluids, hydraulic fluids, jet fuels, aircraft fuels and lubricants when washing jets, cars, trucks, heavy equipment, railroad locomotives and equipment. |
| Military Wash Racks | Field equipment, jet wash, tracked equipment wash uses for typical fuels and oils removal. Complete treatment systems are offered (see VEW systems). |
| Industrial Process Water | Hydraulic fluids, machining coolant/cutting fluid tramp oil removal, compressor condensate, machined parts rinse water |
| Steel Mills | Rolling mill hydraulic oil/water extraction, compressor condensate, stormwater runoff, drain water. |
| Stormwater Treatment | Parking lot runoff, railroad re-fueling depot runoff, gas station runoff, bridge runoff. |
| Shipping | Ballast & bilge water treatment. Off-loading of water to shore based treatment system, bunker & diesel fuels removal. |
| Tank Farms | Fuel, oil storage tank farms for removal of water from tank bottoms. Stationary and mobile systems are offered. |
| Petro-Chemical | Refineries, chemical compounding companies, hydrocarbon based chemical bases such as cumene and other materials. |
| Power Generation | Generator lube oils, hydraulic oils, fuels. Stationary & mobile systems offered. |
| Heat Treating | Heat treating facility oily wash solution can be continuously treated |
| Truck Docks | Truck docks, oily/fuel rainwater runoff |

[Return To COS Concrete Page](#)

[Oil/Water Separators](#)
 [Slant Plate Clarifiers](#)
 [Dissolved Air Flotation Systems](#)
 [Vehicle/Equipment Wash Treatment](#)
 [Emulsion Cracking](#)
[pH Adjustment](#)
[Chemical Pretreatment](#)
[Filtration Systems](#)
[Product Brochures](#)
[Engineering](#)
[Representatives](#)
[Contact us](#)
[Home](#)

Pan America Environmental 950 N. Rand Rd., Ste 120 - Wauconda, IL 60084 -USA- 847.487.9166 | Fax: 847.487.9218
 Email: info@panamenv.com | <http://www.panamenv.com/> Copyright © 2001 All Rights Reserved



Concrete Oil/Water Separators-COS Series Technical Specifications

FULL DETAILED SPECIFICATION

| Description: | <p>The COS Series Concrete Coalescing Oil/Water Separators are designed for below grade applications. COS Oil/Water Separators are designed with many features and options to provide engineers, system integrators and end users with convenience and flexibility in system integration choices. Customization & modifications are available. Products removed: motor oils, fuels (vehicle/jet), fuel oils, hydraulic fluids, immiscible machining oils, lube oil, transmission fluid, bunker c, DNAPLs, LNAPLs, vegetable based oils, crude, air compressor lube & other many hydrocarbon based derivatives (BTEX etc.). Model sizing is based on the oil/fuel specific gravity, droplet size removal desired and other parameters of the wastestream.</p> <p>For proper sizing of your application please contact us.</p> | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|-------------------------|--|---------------------|-----|----------------|-------------|
| Performance: | 10 mg/L or less, 30 micron oil droplet size | | | | | | | |
| Flow Rates: | Any flow rate | | | | | | | |
| Standard media sizes: | <table><tr><th colspan="2">Flopak Coalescing Media</th></tr><tr><td><i>Construction</i></td><td>PVC</td></tr><tr><td><i>Spacing</i></td><td>1/2" & 3/4"</td></tr></table> | | Flopak Coalescing Media | | <i>Construction</i> | PVC | <i>Spacing</i> | 1/2" & 3/4" |
| Flopak Coalescing Media | | | | | | | | |
| <i>Construction</i> | PVC | | | | | | | |
| <i>Spacing</i> | 1/2" & 3/4" | | | | | | | |
| Standard features: | Flat bottom or V shaped sludge hopper, integrated oil reservoir/oil skimmer, effluent chamber, Flopak coalescing media. | | | | | | | |
| Power requirements: | None | | | | | | | |
| Physical specifications: | <u>See Brochure</u> | | | | | | | |
| Construction Materials: | Concrete, A-36 carbon steel internal components with coal tar epoxy coating, PVC Flopak media, stainless steel media frame(s). | | | | | | | |
| Standard options | Influent feed system, Effluent pumpout, Oil pumpout, Sludge pumpout, Retpak secondary coalescer, Freeze protection High temperature design, Elevated design Emulsion cracking system, Level switches High level alarm | | | | | | | |
| Availability: | 4-6 / 6-8 / 8-10 weeks after receipt of order. (depending on tank size) | | | | | | | |
| Warranty: | 1 year from date of shipment. | | | | | | | |

FULL DETAILED SPECIFICATION

[Return to Concrete Oil/Water Separators-COS Steel Page](#)



COS Series Models and Flow Rates

| Model | Flow Rate (GPM) |
|----------|-----------------|
| COS-2 | 5 |
| COS-4 | 10 |
| COS-8 | 25 |
| COS-12 | 36 |
| COS-16 | 50 |
| COS-24 | 72 |
| COS-36 | 108 |
| COS-48 | 140 |
| COS-64 | 190 |
| COS-80 | 240 |
| COS-96 | 280 |
| COS-128 | 380 |
| COS-144 | 430 |
| COS-160 | 480 |
| COS-192 | 570 |
| COS-224 | 670 |
| COS-256 | 760 |
| COS-288 | 860 |
| COS-320 | 950 |
| COS-384 | 1150 |
| COS-448 | 1300 |
| COS-512 | 1435 |
| COS-576 | 1615 |
| COS-640 | 1800 |
| COS-720 | 2015 |
| COS-810 | 2270 |
| COS-960 | 2700 |
| COS-1120 | 3135 |
| COS-1280 | 3450 |
| COS-1440 | 3600 |
| COS-1760 | 4400 |
| COS-1936 | 4800 |
| COS-2112 | 5100 |

Flow rates are nominal. Sizing of system is based on application parameters. Any flow rate can be accommodated. Contact Pan America Environmental for sizing of your application.

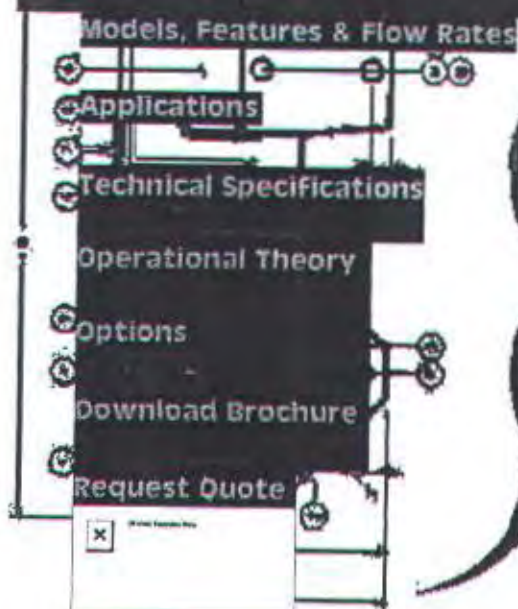
Features

- Integral oil reservoir
- Flopak coalescing media pack
- V-shaped solids hopper or flat bottom
- Carbon or Stainless steel internal component construction
- Adjustable water weir
- Expandable effluent chamber
- 10 mg/L performance

COS concrete Series Oil/Water Separators

*Pan America
Environmental*

Industrial Wastewater
Treatment Systems



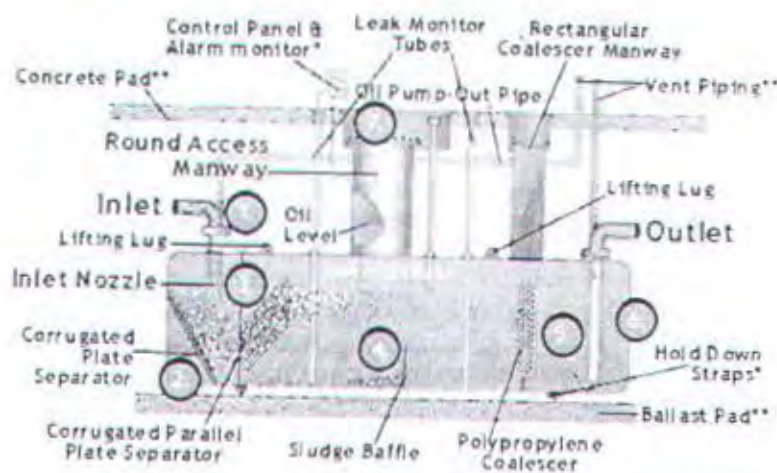
The COS Series Concrete Coalescing Oil/Water Separators are designed for below grade applications. COS Oil/Water Separators are designed with many features and options to provide engineers, system integrators and end users with convenience and flexibility in system integration choices. Customization & modifications are available.

Products removed: motor oils, fuels (vehicle/jet), fuel oils, hydraulic fluids, immiscible machining oils, lube oil, transmission fluid, bunker c, DNAPLs, LNAPLs, vegetable based oils, crude, air compressor lube & other many hydrocarbon based derivatives (BTEX etc.). Model sizing is based on the oil/fuel specific gravity, droplet size removal desired and other parameters of the wastestream.

[Oil/Water Separators](#) [Slant Plate Clarifiers](#) [Dissolved Air Flotation](#) [Vehicle/Equipment Wash Treatment](#) [Emulsion Cracking Systems](#)
[pH Adjustment](#) [Chemical Pretreatment](#) [Filtration Systems](#) [Product Brochures](#) [Engineering](#) [Representatives](#) [Contact us](#)
[Home](#)

Pan America Environmental 950 N. Rand Rd., Ste 120 - Wauconda, IL 60084 -USA- 847.487.9188 | Fax: 847.487.9218
 Email: info@panamenv.com | <http://www.panamenv.com/> Copyright © 2001 All Rights Reserved

How PSI Separators Work



* Optional equipment available from PS International
 ** Installer supplied equipment

How PSI
Separators Work

Separator
Models

Design, Construction
and Maintenance

Optional
Accessories

Request
Information

HOME

- 1 Inlet and outlet piping enters the vessel through the top centerline of the separator per UL-58 requirements. This assures that the separator always operates full of liquid, thus utilizing the total volume of the vessel.

[back to illustration](#)

- 2 Flow is directed towards a single corrugated plate at an angle perpendicular to the entrance pipe. This method of separation, known as the Buffalo-Morse Principle, serves multiple functions.

- It reduces the velocity head of the incoming stream.
- It spreads the flow out over the entire cross sectional area of the separator and prevents channeling of the flow.
- The plate corrugations create sinusoidal flow patterns, which cause solids to break out of the flow stream and oil droplets to collide and coalesce.

[back to illustration](#)

- 3 The second stage of separation in the PSI separator is based upon the proven Royal Dutch Shell Principle of using multiple corrugated parallel plates. The parallel plate pack in the PSI oil-water separator consists of a special arrangement of heavy gauge removable corrugated steel plates. The plates are inclined at a 45 degree angle to prevent the accumulation of solids and the plate spacing is large enough to prevent plugging from debris and trash. An open area is located directly below the plate frame to prevent the accumulation of solids in front of the plate pack.

The plate pack provides a crucial role in separation so it is vital that this pack is located in the front end of the vessel in order to maximize the effective separation chamber of the separator. This is the case in the PSI design.

[back to illustration](#)



The internal sludge baffle in the PSI separator serves two primary functions. First, solids are carried downstream in the separator by the internal hydraulics of the vessel where they collect in front of the sludge baffle. The baffle is located directly below the access manway for easy sludge removal from grade. Second, the sludge baffle directs the flow from the bottom quadrant of the separator towards the top of the vessel aiding in the floatation of small oil particles in the flow stream.

[back to illustration](#)



PSI can provide, as an option, an additional polypropylene coalescer. This consists of a special matrix of polypropylene fibers designed to coalesce oil droplets down to 20 microns in size. An important addition to the PSI separator design is the use of a large coalescer access manway that spans the entire cross section of coalescer and includes dedicated tracks for the coalescer. This ensures easy removal and reinstallation of the coalescer from grade. Other separators require maintenance personnel to "fish" their polypropylene coalescer out in pieces through a small access manway. These designs make it difficult if not impossible to reinstall the coalescers without draining and entering the vessel.

[back to illustration](#)



The outlet pipe is located at the end of the separator and draws clean water from the most quiescent section of the vessel. The effluent will contain a free oil and grease discharge of **no more than 15 ppm** in PS and PSR model separators and **no more than 10 ppm** in PSC and PSRC model separators.

[back to illustration](#)



PSI has the experience to provide solid state control systems to meet a wide variety of fluid level monitoring and flow control requirements including intrinsically safe liquid level sensors and custom-built control panels. Installing a high performance PSI separator to meet your discharge requirements along with a maintenance warning system will alleviate your wastewater treatment worries.

[back to illustration](#)

How PSI Separators Work | Separator Models
Design, Construction and Maintenance | Optional Accessories
[Request Information](#) | [HOME](#)

Oil-Water Separators from



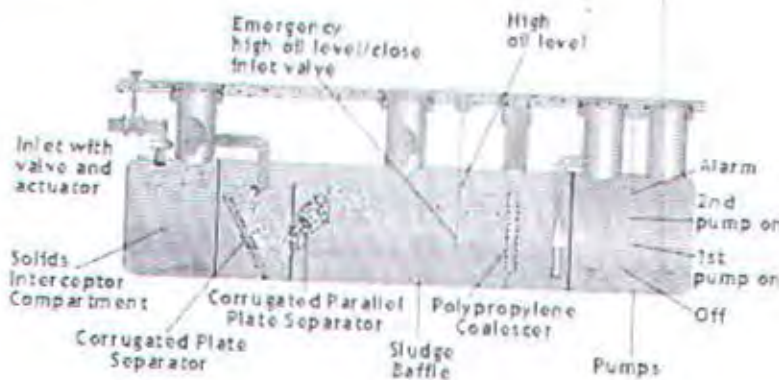
1013 Shenandoah Circle
Sioux Falls, South Dakota 57103

Phone: 605-332-1885

FAX: 605-332-1293

Email: brett@psinternational.com
gale@psinternational.com

Separator Models



[PSI Model Cylindrical Separators](#) | [PS Model Cylindrical Separators](#)
[PSR Model Rectangular Separator](#) | [PSR Model Rectangular Separator](#)

[How PSI Separators Work](#)

[Separator Models](#)

[Design, Construction and Maintenance](#)

[Optional Accessories](#)

[Request Information](#)

[HOME](#)

If there is potential for a high-solids loading, such as vehicle wash racks, PSI can supply an integral solids interceptor on the front end of the vessel. The PSI design will not allow oil to accumulate in the solids collection chamber and will decrease the frequency required for maintenance of the separator.

On installations where the flow can not gravity discharge from the separator, PS International can design and supply automatic water pump-out systems. These separators are equipped with an integral compartment and either a simplex or duplex pump package. PSI recommends pumps installed with a guide cable system allowing easy removal and reinstallation of the pump from grade. PSI has a UL listed panel shop that manufactures custom control panels specifically designed for lead-lag and/or alternating pump operation with high water level alarms.

Some oil-water separators are installed in locations where there is a potential for a large oil spill. For these applications, a popular option supplied by PS International is an automatic inlet shut-off valve. A high performance butterfly valve and electronic actuator operate in conjunction with a PSI control panel and stainless steel oil interface probe to ensure that large oil spills will not pass through the separator and cause harm to the environment. This system is superior to mechanical float type stop valves that are mounted inside the separator on the outlet pipe. If the outlet pipe is closed, flow coming to the separator can pressurize the vessel and/or push oil up the manways and out the separator vents.

[How PSI Separators Work](#) | [Separator Models](#)
[Design, Construction and Maintenance](#) | [Optional Accessories](#)
[Request Information](#) | [HOME](#)

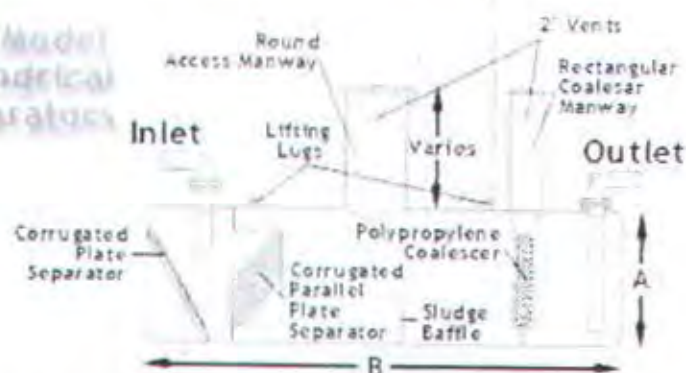


1013 Shenandoah Circle
 Sioux Falls, South Dakota 57103
 Phone: 605-332-1885
 FAX: 605-332-1293
 Email: brett@psinternational.com
gale@psinternational.com



Separator Models

PSC Model
Cylindrical
Separators



How PSI
Separators Work

Separator
Models

Design, Construction
and Maintenance

Optional
Accessories

Request
Information

[HOME](#)

| MODEL NO. | VOLUME Gallons | FLOW RATES gpm | DIMENSIONS | | INLET/ OUTLET 150 lb Flange |
|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|
| | | | Diameter (A) | Length (B) | |
| PSC-350 | 350 | 55 | 3'-2" | 6'-0" | 4" |
| PSC-550 | 550 | 80 | 3'-6" | 8'-0" | 4" |
| PSC-1000 | 1000 | 130 | 4'-0" | 10'-9" | 6" |
| PSC-2000 | 2000 | 225 | 5'-4" | 12'-0" | 6" |
| PSC-3000 | 3000 | 325 | 5'-4" | 18'-0" | 6" |
| PSC-4000 | 4000 | 400 | 5'-4" | 24'-0" | 8" |
| PSC-5000 | 5000 | 650 | 6'-0" | 24'-0" | 8" |
| PSC-6000 | 6000 | 900 | 6'-0" | 28'-8" | 8" |
| PSC-8000 | 8000 | 1100 | 7'-0" | 28'-0" | 8" |
| PSC-10000 | 10000 | 1450 | 8'-0" | 26'-8" | 10" |
| PSC-12000 | 12000 | 1800 | 8'-0" | 32'-0" | 10" |
| PSC-15000 | 15000 | 2150 | 8'-0" | 40'-0" | 12" |
| PSC-20000 | 20000 | 2850 | 10'-0" | 34'-0" | 12" |
| PSC-25000 | 25000 | 3300 | 10'-6" | 38'-9" | 14" |
| PSC-30000 | 30000 | 4300 | 10'-6" | 46'-6" | 16" |
| PSC-40000 | 40000 | 5400 | 11'-9" | 49'-6" | 18" |

[PSC Model Cylindrical Separators](#) | [PS Model Cylindrical Separators](#)
[PSRC Model Rectangular Separator](#) | [PSR Model Rectangular Separator](#)

[How PSI Separators Work](#) | [Separator Models](#)
[Design, Construction and Maintenance](#) | [Optional Accessories](#)
[Request Information](#) | [HOME](#)

Oil-Water Separators from

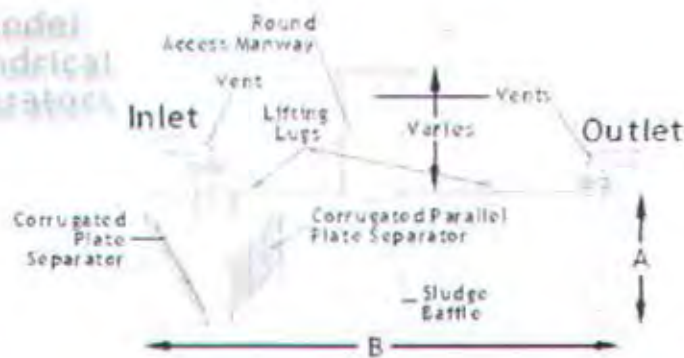


1013 Shenandoah Circle
 Sioux Falls, South Dakota 57103
 Phone: 605-332-1885
 FAX: 605-332-1293



Separator Models

PS Model
Cylindrical
Separators



How PSI
Separators Work

Separator
Models

Design, Construction
and Maintenance

Optional
Accessories

Request
Information

HOME

| MODEL NO. | VOLUME Gallons | FLOW RATES gpm | DIMENSIONS Diameter (A) | Length (B) | INLET/ OUTLET 150 lb Flange |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| PS-350 | 350 | 40 | 3'-2" | 6'-0" | 4" |
| PS-550 | 550 | 65 | 3'-6" | 8'-0" | 4" |
| PS-1000 | 1000 | 100 | 4'-0" | 10'-9" | 6" |
| PS-2000 | 2000 | 150 | 5'-4" | 12'-0" | 6" |
| PS-3000 | 3000 | 225 | 5'-4" | 18'-0" | 6" |
| PS-4000 | 4000 | 300 | 5'-4" | 24'-0" | 8" |
| PS-5000 | 5000 | 500 | 6'-0" | 24'-0" | 8" |
| PS-6000 | 6000 | 650 | 6'-0" | 28'-8" | 8" |
| PS-8000 | 8000 | 850 | 7'-0" | 28'-0" | 8" |
| PS-10000 | 10000 | 1175 | 8'-0" | 26'-8" | 10" |
| PS-12000 | 12000 | 1500 | 8'-0" | 32'-0" | 10" |
| PS-15000 | 15000 | 1900 | 8'-0" | 40'-0" | 12" |
| PS-20000 | 20000 | 2500 | 10'-0" | 34'-0" | 12" |
| PS-25000 | 25000 | 3100 | 10'-6" | 38'-9" | 14" |
| PS-30000 | 30000 | 4000 | 10'-6" | 46'-6" | 16" |
| PS-40000 | 40000 | 5000 | 11'-9" | 49'-6" | 18" |

[PS Model Cylindrical Separators](#) | [PS Model Cylindrical Separators](#)
[PSRC Model Rectangular Separator](#) | [PSR Model Rectangular Separator](#)

[How PSI Separators Work](#) | [Separator Models](#)
[Design, Construction and Maintenance](#) | [Optional Accessories](#)
[Request Information](#) | [HOME](#)

Oil-Water Separators from

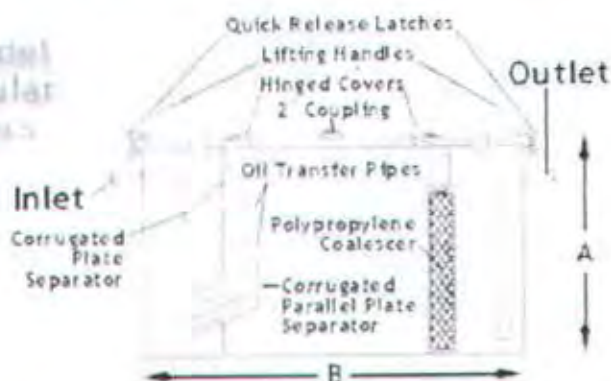


1013 Shenandoah Circle
 Sioux Falls, South Dakota 57103
 Phone: 605-332-1885
 FAX: 605-332-1293



Separator Models

PSRC Model
Rectangular
Separators



How PSI
Separators Work

Separator
Models

Design, Construction
and Maintenance

Optional
Accessories

Request
Information

HOME

| MODEL NO. | VOLUME Gallons | FLOW RATES gpm | DIMENSIONS | | | INLET/ OUTLET |
|-----------|-------------------|----------------------|---------------|---------------|-------|------------------|
| | | | Height (A) | Length (B) | Width | |
| 100 | 135 | 20 | 3' | 4' | 1'-6" | 3" NPT |
| 200 | 270 | 40 | 3' | 8' | 1'-6" | 3" NPT |
| 300 | 340 | 60 | 3' | 10' | 1'-6" | 4" Flange |
| 500 | 540 | 80 | 3' | 8' | 3' | 4" Flange |
| 900 | 900 | 120 | 4' | 10' | 3' | 6" Flange |
| 1500 | 1440 | 160 | 4' | 12' | 4' | 6" Flange |
| 2000 | 2000 | 200 | 4' | 16' | 4' | 6" Flange |

[PSC Model Cylindrical Separators](#) | [PS Model Cylindrical Separators](#)
[PSRC Model Rectangular Separator](#) | [PSR Model Rectangular Separator](#)

[How PSI Separators Work](#) | [Separator Models](#)
[Design, Construction and Maintenance](#) | [Optional Accessories](#)
[Request Information](#) | [HOME](#)

Oil-Water Separators from



1013 Shenandoah Circle
 Sioux Falls, South Dakota 57103
Phone: 605-332-1885
FAX: 605-332-1293
Email: brett@psinternational.com
gale@psinternational.com

This site last updated 11/23/99.



Design, Construction and Maintenance

[Design Parameters](#) | [Construction Criteria](#) | [Maintenance Requirements](#)

Design Parameters

All PSI models are gravity enhanced separation vessels which are based on Stoke's Law and American Petroleum Institute (API) oil-water separation standards.

Flow rates range from 1 to 5000 gpm with larger flow rates available by installing multiple units in parallel. PSI oil-water separators utilize multiple corrugated parallel plates, which have a proven track record for coalescing oil particles. Separator Models PS and PSR will produce a free oil and grease effluent quality of 15 ppm or less.

In addition, PSI can include our polypropylene coalescer. The coalescer is made up of a special matrix of polypropylene fibers designed to remove oil droplets down to 20 microns in size. Separator models PSC and PSRC equipped with the coalescer can produce a free oil and grease effluent quality of 10 ppm or less.

[Click here for more details on how PSI Separators work.](#)

Construction Criteria

PS International cylindrical oil-water separators are designed in accordance with UL-58, UL-142 and UL-1746 construction standards.

Steel single wall, double wall, and UL listed fiberglass jacketed secondary containment construction designs are available. For buried installations, PSI can provide UL-1746 listed fiberglass or STI-P3 corrosion protection systems. Both systems include a 30 year warranty against external corrosion failure- guaranteeing a long lasting high quality product.

The PSI rectangular separators can be utilized for above grade applications or below ground installations in a concrete vault.

[Click here for more details on how PSI Separators work.](#)

Maintenance Requirements

At PSI, we know that providing a separator effluent quality that will meet your discharge requirements is only part of the solution for your wastewater treatment needs. You, the customer, also want a system that is going to be easy to maintain and service.

How PSI
Separators Work

Separator
Models

Design, Construction
and Maintenance

Optional
Accessories

Request
Information

HOME

This is why the PSI separator includes corrugated plates inclined upwards at a 45° angle to prevent sludge build-up. The sludge baffle in the separator is located below the round manway for easy and direct access from grade for removing sludge accumulation without entering the vessel.

The polypropylene coalescer is also easy to maintain since it is located as far away from the corrugated plate pack as possible. The location of this coalescer ensures that it has limited oil and solids loading- unlike some of our competitor's designs. The polypropylene coalescer has a design life of over 10 years.

It is "self-unloading" of oil and only needs periodic cleaning to remove suspended solids. PSI provides a large coalescer access manway equipped with steel channels which allow the Pack to slide in and out of the vessel. This design reduces the time required to maintain the coalescer and ensures one person can easily remove and reinstall the coalescer from grade with the Pack lifting rod.

You should know: An OSHA approved confined space entry procedure is required for entrance into an oil-water separator. Some separator companies use a small manway for access to their polypropylene coalescers- requiring coalescer removal in pieces. Reinstallation of some multi-piece coalescers may require entrance into the vessel. *The PSI Separator does not require entrance into the vessel for removal of sludge or for cleaning the polypropylene coalescer.*

[Click here for more details on how PSI Separators work.](#)

[How PSI Separators Work](#) | [Separator Models](#)
[Design, Construction and Maintenance](#) | [Optional Accessories](#)
[Request Information](#) | [HOME](#)



1013 Shenandoah Circle
Sioux Falls, South Dakota 57103
Phone: 605-332-1885
FAX: 605-332-1293
Email: brett@psinternational.com
gal@psinternational.com

This site last updated 11/23/99.



Optional Accessories

PS International offers a complete line of electrical accessories for control of high oil level alarms, leak detection systems, automatic oil and water pump-out systems, automatic inlet shut-off valves, freeze protection, etc.

The control panels are manufactured in a UL listed panel shop to PSI specifications. Level sensors are intrinsically safe and can detect the oil-water interface as well as detect the air-liquid interface.

PSI can custom design a separator to include inlet solids compartments when high sludge loading is expected, water compartments with simplex or duplex pumped discharge systems, or three phase separation systems.

[How PSI
Separators Work](#)

[Separator
Models](#)

[Design, Construction
and Maintenance](#)

[Optional
Accessories](#)

[Request
Information](#)

[HOME](#)

[How PSI Separators Work](#) | [Separator Models](#)
[Design, Construction and Maintenance](#) | [Optional Accessories](#)
[Request Information](#) | [HOME](#)

Oil-Water Separators from



1013 Shenandoah Circle
Sioux Falls, South Dakota 57103
Phone: 605-332-1885
FAX: 605-332-1293
Email: brett@psinternational.com
gale@psinternational.com

This site last updated 11/23/99.

Item : 4

Pump Quantitaton EQ 8520 B/ML/89/jt

Duty

Quantity : Three Units
Service : Dock Pump
Liquid : Sea Water
Capacity : 1000 m³/hr
Total Head : 15 m
Suction Condition : - - -
Liquid Temperature : Ambient.

Pump

Make / Model : Desmi Model SL - 250 - 330, A-C
Type : Vertical Centrifugal
BHP Absorbed : 90 HP
NonoverLoading BHP: 90 HP
NPSH required : 7,5 m
Speed : 1480 Rpm
Suction Diameter : 300 mm
Delivery Diameter : 250 mm
Efficiency : 60 %
Material of Casing : Cast Iron
Material of Impeller : Bronze
Material of Shaft : Stainless Steel
Type of Seal : Mechanical Seal
Type of Drive : Spacer Coupled
Material of Baseplate : - - -
Accesoris : - - -

Electric Motor

Make : Sever Or
Type : Squirrel Cage
Type of Enclosure : Totally Enclosed Fancooled, IP 65, Class F Insulation
HP : 100 HP
Speed : 1480 RPM
Supply : 380 volt / 3 phase / 50 Hz

Item : 2

Pump Quantitaton EQ 8520 B/ML/89/jt

Duty

Quantity : Two Units
Service : Stripper Pump
Liquid : Sea Water
Capacity : 120 m³/hr
Total Head : 12 m
Suction Condition : - - -
Liquid Temperature : Ambient.

Pump

Make / Model : Desmi Model SL - 100 - 215, A-C
Type : Vertical Centrifugal
BHP Absorbed : 7,2 HP
NonoverLoading BHP: 7,5 HP
NPSH required : 1,5 m
Speed : 1450 Rpm
Suction Diameter : 125 mm
Delivery Diameter : 100 mm
Efficiency : 70 %
Material of Casing : Cast Iron
Material of Impeller : Bronze
Material of Shaft : Stainless Steel
Type of Seal : Mechanical Seal
Type of Drive : Spacer Coupled
Material of Baseplate : - - -
Accesoris : - - -

Electric Motor

Make : Teco or Equivalent
Type : Squirrel Cage
Type of Enclosure : Totally Enclosed Fancooled, IP 54, Class F Insulation
HP : 10 HP
Speed : 1450 RPM
Supply : 380 volt / 3 phase / 50 Hz

Item : 3

Pump Quantitation EQ 8520 B/ML/89/jt

Duty

Quantity : One Units
Service : Fire Pump
Liquid : Sea Water
Capacity : 63 m³/hr
Total Head : 92 m
Suction Condition : - - -
Liquid Temperature : Ambient.

Pump

Make / Model : Desmi Model S100 – 80 – 275, Ao 9 Type
Type : Horizontal Centrifugal
BHP Absorbed : 32 KW
NonoverLoading BHP: 47,5 KW
NPSH required : 2,8 m
Speed : 2950 Rpm
Suction Diameter : 100 mm
Delivery Diameter : 80 mm
Efficiency : - - %
Material of Casing : Cast Iron
Material of Impeller : Aluminium Bronze
Material of Shaft : Stainless Steel
Type of Seal : Mechanical Seal
Type of Drive : Direct Coupled
Material of Baseplate : Mild Steel
Accessoris : - - -

Electric Motor

Make : Teco or Equivalent
Type : Squirrel Cage
Type of Enclosure : Totally Enclosed Fancooled, IP 54, Class F Insulation
HP : 55 KW
Speed : 2950 RPM
Supply : 380 volt / 3 phase / 50 Hz

